ELO

januari 1978
ƒ 3,25
Bfr. 55,–
maandblad

1

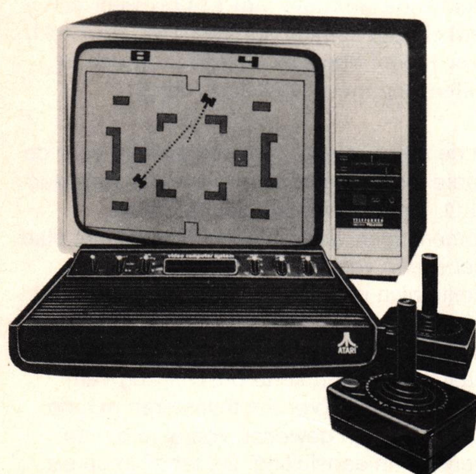
populaire hobby elektronica



ELO-netvoeding
Toonregelaar voor versterkers
Verlichte treinwagons
Lichtorgel met 4 kanalen

INHOUD

In het volgende nummer o.a.:



Televisie spelletjes

Op de laatste Funkausstellung in Berlijn was het aanbod van TV-spelletjes dermate groot dat wij in een artikel een zo compleet mogelijk marktoverzicht geven. Vooral ook omdat de vraag naar de meer intelligentere spelen ook steeds groter wordt.

Eenvoudige KG-MG-ontvanger

De allereerste radio's waren detector-ontvangers, dat is de eenvoudigste vorm van een zgn., "recht uit ontvangers".
Hoe werkt nu zo'n eenvoudige ontvanger? Met de in ELO 2 te beschrijven proefschakeling zijn op midden- en kortegolf heel wat sterke zenders met een klein stukje draad als antenne goed te ontvangen.

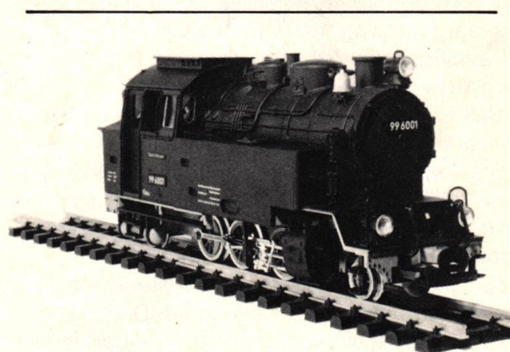
Geluid bij uw film – doodsimpel?

Veel amateurfilmers, die tot nu toe met stomme film hebben gewerkt, vragen zich thans af, of ze hun films alsnog achteraf of ook tegelijk bij het opnemen van geluid zullen voorzien.
De wens is echter wel wat eenvoudiger dan de uitvoering, er bestaan namelijk een groot aantal, verschillende geluidsystemen. Ook is de geluidstechniek niet zo simpel, als wel eens wordt beweerd. In een tweetal artikelen gaan wij de ELO-lezers de mogelijkheden uiteen zetten.



Alles over grammofoonplaten

Een goede behandeling van uw grammofoonplaten is bijzonder belangrijk, vooral sinds de pickup elementen zo licht in gewicht en enorm gevoelig zijn geworden. Waar men vooral op moet letten en hoe men zijn platen het beste schoonmaakt wordt in een omvangrijk artikel uiteengezet.



Besturing net – echt

Geautomatiseerde handelingen bij kleine en grote modelspoorbanen werken vaak plomp. Treinen blijven voor een rood sein abrupt stilstaan, wagons schuiven in elkaar, om dan weer terug te schieten. Andere trekken rukkend op, of de wielen van de locomotieven draaien door de lage wrijving door. De oorzaken hiervoor is het plotsklapsachtige in- en uitschakelen van de stroom. Hiervoor kan alleen een elektronische snelheidsregeling de oplossing geven.

Brieven aan ELO

De redactie behoudt zich het recht voor brieven te bekorten

Stroom kan schadelijk zijn voor de gezondheid ELO 1/1977 blz. 30

Wat betreft het artikel van de heer Michael Heysinger op pag. 30 van ELO 1977/1 kan ik me op sommige punten maar weinig verenigen.

a. **De beste bescherming is een correcte aarding.** Deze stelling is reeds vele jaren geleden verlaten. Dubbele isolatie is betrouwbaarder. Nog beter is een buitenkant van isolatiestof (opm: heeft niet altijd een geïsoleerde omhulling!). Erg gemakkelijk gezegd, maar niet altijd even gemakkelijk uitvoerbaar zoals bijv. bij een elektrische soldeerbout.

b. **Het is levensgevaarlijk de nulleider** (= geaard sterpunt in het trafohuisje) **als beveiligingsaarde te gebruiken.** Het is volgens de hier geldende elektriciteitsvoorschriften niet toegestaan! Ik mis in het stukje deze terechtwijzing.
Stel, dat de nulleider onderbroken raakt op een plaats, waar deze wordt gebruikt als stroomdraad en als beveiligingsaarde. Als men dan een geaard apparaat (bijv. soldeerbout) in het stopcontact steekt, dan wordt er geen stroom afgevoerd. D.w.z. de volle netspanning staat op de nulleider, wee de stakkerd die deze soldeerbout vast heeft.

Punt 2: de nulleider voert bijna altijd spanning. De 3 fasen van de GEB-trafo zijn vrijwel nooit in evenwicht. Een stroom door de nulleider vangt dit op. Spanning is dan IxR. Meestal bedraagt deze enkele volts. In oude leidingnetten zijn echter ook gevallen bekend van 70 V. Vandaar dat in Rotterdam de nulleider wordt gezekerd. Een aardleiding mag nooit worden gezekerd.

Enkele aanbevelingen om veilig te meten, te experimenteren:
a. steek één hand in uw zak (reeds vermeld op pag. 30 van ELO 1)
b. bij elektronische apparatuur voert bijna alleen de netschakelaar en de trafo 220 V. Plak over de aansluitingen een isolatiebandje
c. een aardschakelaar.
Tenslotte. Een geaard apparaat kan en mag worden gebruikt op een niet geaard stopcontact. Het apparaat is dan wel zijn beveiliging kwijt! Andersom mag en kan het niet. Een gewone steker past niet in een geaard stopcontact. Er wordt met verloop/driewegstekers hier nog al eens tegen gezondigd.

P. Zwaag, Dordrecht.

Het bovenstaande onderschrijven wij volledig
de redactie

In uw artikel "Stroom kan schadelijk zijn voor de gezondheid" wijst u, in duidelijke bewoording uw lezers op de gevaren bij het werken met elektrische apparaten. In dit artikel memoreert u o.a. "dat in leidingnetten, waar men niet beschikt over een geaarde draad, de behuizing van het apparaat (de metalen delen ervan) moet worden verbonden met een aardleiding bijv. de waterleiding enz.
Deze opmerking vinden wij echter niet juist omdat door het tegenwoordige gebruik van kunststoffen en ook door de daling van het grondwaterpeil in bepaalde perioden er geen garantie bestaat dat de waterleiding inderdaad als aardleiding kan fungeren.
Veel beter is het uw lezers te attenderen op het bestaan van aardlekschakelaars die absolute veiligheid bieden tegen ongevallen door elektriciteit.
Wij importeren aardlekschakelaars van Felten & Guilleaume, w.o. de STECKMAT die reeds door zeer veel bedrijven en particulieren wordt gebruikt.
De STECKMAT is een contactstop met ingebouwde aardlekschakelaar die past op alle, zowel geaarde als ongeaarde, wandcontactdozen en derhalve ook beveiligd als er geen aarde is. De STECKMAT "X" is een uitvoering waaraan men bijv. een kabel met een meervoudige contactdoos kan bevestigen waarbij dan alle contactdozen zijn beveiligd.

G.W. van Egmond
Landre – Mijnssen, Diemen.

Met interesse hebben wij kennis genomen van het eerste nummer van uw blad ELO. Op bladzijde 30 is van de hand van de heer Michael Heysinger het artikel "Stroom kan schadelijk zijn voor de gezondheid" afgedrukt. Het is ons opgevallen dat in dit artikel als beveiliging niet de toepassing van aardlekschakelaars werd vermeldt.
Juist als bescherming voor de hobby-elektronici's is deze schakelaar zeer zinvol en wij zenden u derhalve over dit onderwerp nadere informatie. Wij zullen het op prijs stellen als u in een volgend artikel aan deze schakelaar aandacht wilt schenken.

Ing. J.W. de Jong
Siemens Ned., Den Haag.

Het ligt stellig in het voornemen over de toepassing van de aardlekschakelaar om artikel in ELO op te nemen.

de redactie

Hoe lezers over ELO denken

Uw eerste nummer ELO gekocht. Het ziet er goed uit en ik hoop dat uw blad ook werkelijk wordt wat u schrijft. Jammer, kleurcode-aanduidingen, twee grote bladzijden en zo weinig informatie. Kan dit nu niet voor iedere weerstand en condensator? Bijv. weerstand 27 k Ω = die en die kleur, zoveel soorten zijn er toch niet. En dan zodanig dat je die gegevens eruit kan halen en in een apart mapje doen.
Die weerstandsmeetbrug is m.i. niet erg duidelijk wat zijn die SG320 en SG7X815 – 15 volt? Ze zijn niet in de stuklijst opgegeven. Probeer die "Knobloch" voor model Spoorbaan elektronica "vast" te houden en regelmatig laten schrijven.

Th. Doorschot, Brunssum.

De componenten SG320 en SG7X815 zijn geintegreerde spannnningsregelaars van SGS-Ates, maar ook die van andere fabrikaten kunnen zonder bezwaar worden gebruikt.
Ook in dit nummer van ELO is weer een artikel opgenomen van Winfried Knobloch over model-Spoorbaan elektronica en er zullen nog meer artikelen volgen.

In de eerste plaats mijn compliment voor de fraaie uitvoering van het nieuwe maandblad ELO. T.a.v. de inhoud zou ik enkele opmerkingen willen maken. Hoewel het blad niet alleen voor beginnelingen in de elektronica is geschreven, neem ik aan dat veel beginners grote verwachtingen hebben omtrent de inhoud van dit nieuwe tijdschrift. Daarom zou een korte beschrijving van dioden, transistoren en thyristoren m.i. op zijn plaats zijn geweest, vooral m.b.t. de werking en aansluiting. De tabellen op blz. 32 en 33 in ELO 1 zijn voor velen te technisch.
In het artikel over solderen werd verzuimd de benaming "harskernsoldeer" te gebruiken; er werd alleen gesproken over "een geelbruine substantie". Hopenlijk wordt in een volgend artikel ook iets vermeld over demontage (zonder beschadiging van onderdelen).
Het apparaat aangeduid met SAR, is m.i. in alle gevallan te verslaan. Wanneer de velden vanaf de start worden genummerd van 1 t/m 30, behoeft de speler alleen maar de velden 2, 6, 10, 14, 18, 22 en 26 te bezetten en daarna de zet van SAR te completeren tot 4. Dit spel komt overeen met het spelletje waarbij 2 spelers van een aantal lucifers om de beurt 1, 2 of 3 mogen afnemen. Voor diegenen, die het kunstje kent, is het gesneden koek.
Vetrouwend u hiermee van dienst geweest te zijn.

M.A.R. Huybrechts, Winterswijk.

Nieuwe katalogus boordevol elektronika.



Vraag aan.

Het laatste elektronika-nieuws leren kennen? Vraag dan gelijk even de nieuwe katalogus van Sprint-Elektronika aan. Een waardevol drukwerk met vele tips en wetenswaardigheden, alsmede het grootse assortiment van Sprint Elektronika dat onlangs sterk is uitgebreid. Zoals I.C.'s, transistoren, thyristoren, potmeters, display's, led's, bouwpakketten, weerstanden, schakelaars, kasten, bruggelijkrichters en al 't andere dat de elektronika-vakman of hobbyist maar nodig kan hebben. Elk artikel supervoordelig en per post zeer snel bij u afgeleverd. Laat komen die katalogus!

Prijs 4.50
Maar feitelijk gratis!

De katalogus kost f 4,50. Maar als u de waardebon in de katalogus invult en voor minimaal f 30,-- bestelt, krijgt u dat bedrag zó weer terug. Mooi verdiend. Vul vandaag nog even de bon in.

4.50

BON

Ja, stuur mij de nieuwe Sprint Elektronika katalogus 1978.

Naam: . . . .
Adres: . . . .
Plaats: . . . . Postkode: . . . .

Ik betaal de f 4,50 inkl. portokosten per

☐ giro-overschrijving ☐ girobetaalkaart
☐ bankoverschrijving ☐ bankcheque

Bon in ongefrankeerde envelop zenden naar:
Sprint Elektronika, Antwoordnummer 88,
Rijswijk Z.H.

EL

SPRINT ELEKTRONIKA

Catharinaland 11 - Den Haag - telefoon 070-85 09 55



Tijdschrift voor populaire hobby elektronica

waarin opgenomen: Populaire Elektronica

Uitgave van:
Kluwer Technische Tijdschriften B.V.

Redactie, administratie en advertentie-afdeling
Polstraat 9, Postbus 23, Deventer-6600, tel. 05700 - 744 11, giro 86 12 21, Telex: 49540

Bankrelatie:
Algemene Bank Nederland N.V., Deventer
No. 596247265

Redactie:
C.J. Bakker, hoofdredacteur

Medewerkers:
R. Bakker,
ir. F.H.J.F. Janssen,
drs. W.D.M. Janssen,
H. Leydens,
D. Winia.

Medewerkers buitenland:
Michael Heysinger,
Günter Knauft,
Henning Kriebel,
Christian Rockrohr,
Ekkehard Scholz.

Abonnementen:
Jaarabonnement (incl. 4% b.t.w.) **ƒ 32,50**
Losse nummers (incl. 4% b.t.w.) **ƒ 3,25**
België losse nummers (incl. 6% b.t.w.) **55,- Fr.**
Buitenland **ƒ 90,- per jaar.**
Luchtposttarieven op aanvraag

Nieuwe abonnees ontvangen van de administratie een stortings-acceptgirokaart. Men wordt verzocht voor betaling van het abonnementsgeld van deze kaart gebruik te maken.
Opzegging van het abonnement kan uitsluitend schriftelijk geschieden, uiterlijk 1 maand voor het einde van het kalenderjaar; nadien vindt automatisch verlenging voor 1 jaar plaats.

Advertenties:
H. Smienk toestel 210
Advertentieopdrachten worden uitgevoerd overeenkomstig onze leveringsvoorwaarden gedeponeerd ter Griffie van de Arrondissements-Rechtbanken en bij de Kamers van Koophandel in Nederland

Verkrijgbaar bij stationskiosken, boek- en radiohandelaren.

lid NOTU,
Nederlandse Organisatie van Tijdschrift-Uitgevers



Geachte ELO-lezer

Het nummer van ELO dat thans voor u ligt is het eerste van de jaargang 1978. Van nu af zal ons tijdschrift maandelijks verschijnen.

Welkom!

Hartelijk verwelkomen wij in de kring van ELO-lezers de abonnees van "Populaire Elektronica", welk tijdschrift werd opgenomen in ELO. Wij hopen, dat de PE-lezers zich ook in ELO thuis zullen voelen.

Gedurende dit nieuwe jaar kunt u een flink aantal bouwbeschrijvingen verwachten van elektronica ontwerpen op velerlei gebied, waaronder ook veel eenvoudige schakelingen. Ook voor het verklaren van basisbegrippen uit de elektronica zal veel plaats worden ingeruimd, maar daarnaast zullen ook onderwerpen aan de orde komen die algemeen in de belangstelling staan. Hierbij denken we aan nuttige schakelingen voor toepassing in de auto, de modelspoorbaan en voor foto en film.

U kunt ook zelf uw "steentje" bijdragen.

In iedere aflevering van ELO zal aan actueel nieuws en andere wetenswaardigheden ruim aandacht worden geschonken. In de rubriek: "brieven aan lezers" welke u voor de eerste keer in dit nummer aantreft, komen brieven van ELO-lezers aan de redactie, maar in deze rubriek zullen ook vragen, zowel als op- en aanmerkingen resp. suggesties worden behandeld.
Hoe veelzijdig ELO is, heeft u zelf kunnen vaststellen na het lezen van de drie nummers die aan dit januarinummer zijn vooraf gegaan.

Hebt u zelf een goed idee of een leerzame ervaring opgedaan, schrijft u het ons eens. De redactie van ELO krijgt dan stof tot bespiegelingen, die stellig ook voor anderen weer belangrijk kunnen zijn en een aangepaste beloning wordt uw deel.

Zorg ervoor dat u geen nummer mist!

ELO zal dit jaar bij voortduring in het middelpunt van de belangstelling staan en het staat u te zorgen dat geen nummer u ontgaat. Vul daarom de abonnement antwoordkaart in welke in dit nummer is bijgesloten.

Redactie ELO

Van wasrol tot stereo

Per jaar worden er in de wereld naar schatting anderhalf miljard stereo-grammofoonplaten en 150 miljoen musicassettes verkocht. Nederlanders besteedden vorig jaar hieraan een slordige 63 miljoen gulden.
Over wie voor het eerst op het idee kwam om geluid vast te leggen, zijn vele – vaak chauvinistische – verhalen geschreven. Zeker is, dat enkele Fransen hierin vooraan hebben gestaan. De eerste echter, die geluid wist op te nemen én weer te geven, was de universele uitvinder Thomas Alva Edison, dezelfde die ook de telegraaf, de gloeilamp en diverse andere technische uitvinden praktisch bruikbaar maakte. Dit jaar is dat honderd jaar geleden.
Edison ging aanvankelijk uit van een cilinder en later van een wasrol als geluidsdrager. In de zomer of in het najaar van 1877 verstrekte hij zijn medewerker Kruesi een schetsje, waarmee deze een handmodel van de eerste werkende Phonograph kon vervaardigen. Er zouden nog vele andere modellen volgen, want ondanks het succes en de sensatie van Edisons demonstraties in en later ook buiten zijn laboratorium, bleef de praktische toepasbaarheid van de "spreekmachine" nog jaren in nevelen gehuld.
Het zijn ook voornamelijk anderen dan Edison geweest, die de fonograaf als muziekapparaat hebben toegepast en verder ontwikkeld. Wel waren de Edisonmaatschappijen tot het einde van de twintiger jaren actief met het uitbrengen van modellen als de Home Phonograph, de Triumph, de Idelia en vele andere. Ook het aantal verkochte met muziek bespeelde wasrollen moet aanzienlijk zijn geweest.
Ongeveer gelijk met Edison experimenteerde de Duits-Amerikaanse emigrant Emil Berliner met proefmodellen van de eerste grammofoon, een met de hand aangedreven toestel waarop een kleine zinken schijf ronddraaide, die door een naald werd afgetast. Zijn octrooi is gedateerd 26 september 1887 en hoewel de eerste exemplaren door een speelgoedfabrikant werden vervaardigd, is toch de grammofoon van nu hier rechtstreeks van afgeleid.
Er is over de uitvindingen van Edison en Berliner een uitgebreide octrooistrijd gestreden. Een feit is, dat vele verschillende fabrikanten en onderzoekers in de loop van honderd jaar een bijdrage hebben geleverd om het zover te brengen, dat wij heden ten dage met een druk op de knop kunnen genieten van voortreffelijke uitvoeringen in stereo van de mooiste muziek, uitgevoerd door de beste kunstenaars.
Behalve de herhaalde malen in kwaliteit verbeterde grammofoonplaat heeft ook de magnetische bandopname, waarvan het principe in 1898 werd uitgevonden door de Deen Valdemar Poulsen, uitgebreide toepassing gevonden. De huidige musicassette, die naast de langspeelplaat is komen staan als moderne muziekdrager, is hier rechtstreeks van afgeleid. Van de door Philips in 1963 uitgevonden en daarna ook door vele andere firma's gefabriceerde cassetterecorder, zijn er inmiddels over de hele wereld miljoenen in gebruik.
De uitvinding van de elektrische opname bleef overigens niet beperkt tot de platenindustrie, waar voorheen alles met grote metalen hoorns mechanisch moest worden opgenomen. Zij bracht bijv. ook een revolutie teweeg in de droomfabriek van Hollywood, waar in 1927 de eerste "sprekende film" werd gemaakt. Ook waren er nog andere systemen van geluidsregistratie die een rol hebben gespeeld. Onlangs is de videolangspeelplaat aangekondigd als kanshebber voor gebruik als geluidsdrager met optische weergave en een speelduur van vele uren per plaatkant.

In het Evoluon te Eindhoven is van 4 oktober 1977 tot 1 maar 1978 een speciale tentoonstelling over dit onderwerp te zien onder de naam:

"100 Jaar geluidsregistratie".



De apparaten uit het verleden, hier bijeengebracht, illustreren de veelbewogen ontwikkeling, voor velen de gelegenheid om er herinneringen bij op te halen. De verschillende vormen van plaat en band, de historie in jaartallen en op foto's vastgelegde momenten uit het verleden zijn hierbij niet vergeten. Ook worden er dagelijks historische opnamen ten gehore gebracht.

Technische eisen voor radiozend-/ontvangapparatuur voor modelbesturing

Gedurende enige jaren wordt in CEPT-verband (CEPT: Conférence Européenne des Postes et des Télécommunications) overleg gevoerd betreffende harmonisatie van technische eisen en meetmethoden voor radiozend- en ontvangapparatuur. Met ingang van 1 januari 1978 dient alle desbetreffende apparatuur, die aan een typekeuring wordt onderworpen, aan de nieuwe technische eisen te voldoen. De oude technische eisen AFO4-1, uitgave september 1972, komen na genoemde datum te vervallen. Ook mag 27 MHz-apparatuur, die vóór 1 januari 1978 is typegoedgekeurd, voor zover dit nu is te overzien, worden gebruikt tot 1 januari 1985. Dit is ook van toepassing op zelfbouwapparatuur. Als zendantenne mag uitsluitend een sprietantenne worden gebruikt. Voor modelbesturing zijn de volgende werkfrequenties beschikbaar: 13,560 MHz – 26,995 MHz – 27,045 MHz – 27,095 MHz – 27,145 MHz – 27,195 MHz – 27,255 MHz – 40,665 MHz – 40,675 MHz – 40,685 MHz – 40,695 MHz. De kanaalafstand bedraagt 10 kHz.
De frequentietolerantie onder standaard testcondities en onder extreme testcondities bedraagt plus of minus 1,5 kHz.
Het effectief uitgestraald vermogen (e.r.p.) mag ten hoogste 100 mW bedragen. Bovendien geldt dat het totale, door het apparaat opgenomen gelijkstroomvermogen, niet meer mag bedragen dan 2 W. Tijdens bovenstaande metingen wordt de zender niet gemoduleerd. De ten gevolge van het modulatieproces in beslag genomen HF bandbreedte dient zodanig te zijn, dat het vermogen in elk nevenkanaal niet meer bedraagt dan 10 μW.
Meetmethoden en gegevens over ongewenste uitstraling en standaard testcondities zijn beschikbaar.

Inl.: Radiocontroledienst, Kortenaerkade 12, Den Haag (070)-753290.



Schroevedraaiers met "kogelkop"

De set Xcelite schroevedraaiers heeft een kogelkop voor binnenzeskantschroeven, de 99PS-40BP. Deze set bestaat uit 9 schachten, verlengstuk en handvat, verpakt in een plastic doos ter aanvulling van gereedschapskoffers voor monteurs en voor hobbyisten. De schroevedraaiers met kogelkop zijn ontworpen voor het vastzetten en losdraaien van inbusschroeven op moeilijk bereikbare plaatsen. Zij passen onder elke hoek in de kop van de schroef, schuiven gemakkelijk in het binnenzeskant en sluiten door hun nauwkeurige toleranties beschadiging vab de kop uit.

The Cooper Group, 's-Hertogenbosch.

ELOtronic – het perfecte elektronische experimenteersysteem.

Bijna iedereen heeft vandaag, bewust of onbewust met elektronica te maken. Om de elektronica voor iedereen begrijpelijk te maken brengt Kluwer Technische Tijdschriften het door Busch ontwikkelde experimenteersysteem ELOtronic-compactstudio, waarmee het ook voor een leek mogelijk is de wereld van de elektronica binnen te stappen. De opzet is zo uitgewerkt dat zonder speciale handvaardigheid zoveel techniek als mogelijk, maar niet meer dan noodzakelijk wordt gegeven. Op de voorgrond staat het wekken en vasthouden van begrip en belangstelling.

Dit wordt bereikt met een veelheid van elektronica onderdelen, voorgemonteerd op kleine bouwstenen, die gemakkelijk kunnen worden samengesteld tot overzichtelijke schakelingen. Het bedraden geschiedt zonder solderen met behulp van een goed werkend insteeksysteem. De ELOtronic handleidingen leiden de gebruiker stap voor stap de moderne elektronica binnen. Daarom wordt de ELOtronic-studio niet alleen voor een spannende ontspanning gebruikt, maar ook door jongelui voor hun scholing en studie, door hobbyisten om praktische ervaring op te doen en beroepshalve voor allerlei elektronische proefopstellingen.

Allereerst worden twee verschillende experimenteerdozen aangeboden. Een basisdoos 2060 (f 79,–) die tegelijkertijd als aanvullingsdoos dient voor de completering van de grote ELOtronic-studio 2070 (*f* 179,–). Een eveneens als aanvulling leverbaar netvoedingsapparaat 2059 (*f* 50,–) zorgt ervoor, dat de gebouwde schakelingen van allerlei apparaten ook voortdurend in bedrijf kunnen blijven.

De experimenteerdoos 2060 bevat meer dan 100 afzonderlijke onderdelen: luidspreker in behuizing, potentiometers, transistoren, condensatoren, weerstanden, drukknop, gloeilampjes, insteekplaat, verbindingsdraden enz. en vanzelfsprekend ook een uitvoerige handleiding. Meer dan 30 halfgeleiderschakelingen, zoals bijvoorbeeld elektronisch orgel, capaciteive naderingschakelaar, op afstand bestuurd elektronisch relais, morseapparaat met toongenerator, elektronische lichthelderheidsregelaar, tip-toets, regenwaarschuwingsinstallatie, spannings- en transistortester, alarminstallaties, automatische vertragingschakelaar, knipperlicht- en oscillatorschakelingen, elektronische tweetonige, LF-geluidsversterker, lichtorgelbasisschakeling enzovoort zijn mogelijk.



De grote ELOtronic studio 2070 maakt de bouw van proefschakelingen mogelijk in behuizing van moderne vormgeving met rookglaskleurig deksel. In het bedieningspaneel zijn reeds een luidspreker, potentiometer, draaicondensator, meter, schuifschakelaar en afspeelbus (voor genormaliseerd afspeelkabeltje) gemonteerd. Meer dan 200 onderdelen maken de bouw van minstens 100 elektronische schakelingen van allerlei soorten apparaten mogelijk zoals bijvoorbeeld omroepontvanger, 1-kanaals-lichtorgel, afluisterinstallatie, platenspeler-/bandrecorderversterker, elektronische piano en Hawaï-gitaar, reaktiesnelheidstester, opto-elektronische snelheidsmeter, alarminstallaties, door lichtgestuurde elektronische harp, belichtingsmeter, elektronische roulette, automatische telefoonkiesschijf, inleiding in de computertechniek, leiding- en metaalzoekers, volt- en ampèremeter en nog veel meer interessante proeven. Combineren van studio 2060 met studio 2070 levert nog meer apparatenschakelingen op. In voorbereiding is een aanvullingsdoos ELOtronic-studio 2072 waarin de modernste •IC-bouwstenen zijn opgenomen, die ons verder leiden op het pad van de bij radio- en televisieapparaten gebruikelijk versterkertechnieken. Deze gunstig geprijsde aanvullingsdoos bevat een complete LF-vermogensversterker bouwsteen en dient als completering van de ELOtronic-studio 2070. De clou is een echte HiFi-stereoversterker, waarop twee grotere luidsprekerboxen met uitstekend geluidsvolume en kwaliteit kunnen worden aangesloten.

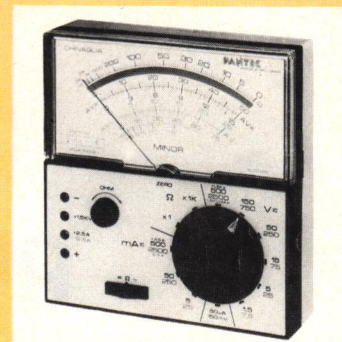
Het ELO-tronic-bouwdozensysteem kunt u binnenkort ook betrekken van uw elektronica onderdelen leverancier.

Amateurs opgelet

Het veilig sturen van thyristoren en triacs levert soms een probleempje op, omdat de gewenste schakelingen rechtstreeks aan het lichtnet hangen. Een oplossing voor dit probleem is een optisch koppelelement, dat redelijk verkrijgbaar maar relatief duur is, of een pulstrafo – de laatste is eigenlijk alleen weggelegd voor de industriële gebruiker, die met grote aantallen werkt. Zolang de voorraad strekt kan men een fabrieks-sloopsetje met een tweetal verschillende pulstrafo's met geheel gescheiden spoelkokers en de volgende componenten aanschaffen: ontstoorcondensator 2500 pF/250 V~, ontstoorcombinatie van 0,1 μF en 2 x 2500 pF/250 ~ V, twee mini-instelpotmeters van 47 kΩ, zener 15 V, 2 x BC 258 A (PNP), 1 x BC168A (NPN), twee druppeltantaliumcondensatoren, 4 dioden 1N4005, 15 weerstanden, 9 printpennen voor het luttele bedrag van *f* 2,50.

Radio Service Twenthe, Den Haag.





Multimeter

De Pantec multimeter typé minor heeft 33 meetbereiken en een gevoligheid van 20 kΩ/V voor DC. Hij zou zich heel goed kunnen bevinden op de werkbank van de servicetechnicus en in de instrumententas van de elektriciën. Bovendien niet te vergeten de elektronica hobbyisten, die een betaalbare precisie universele meter willen bezitten. De twee 1,5 V batterijen voor de weerstandmetingen zijn inwendig gemonteerd. De meter is voorzien van een paar meetsnoeren en plastic opbergtas.

Carlo Gavazzi Leiden

ELO-
praktisch goed werk

Met het volgende artikel begint ELO een serie die is gericht op de minder ervaren praktijkman en elektronica hobbyist om hen behulpzaam te zijn met goedgemikte aanwijzingen voor het bouwen en in bedrijf stellen van zelfbouwschakelingen. Doel van deze serie is op een begrijpelijke manier de werking van elektronische schakelingen bij te brengen en de lezer daardoor in de gelegenheid te stellen om met schema's systematisch stap voor stap het gewenste resultaat te bereiken en niet zo maar klakkeloos na te bouwen. Wel wordt ervan uitgegaan, dat een minimale basiskennis van de werking van elektronica componenten aanwezig is, zoals iedere technisch geïnteresseerde ELO-lezer, die zelf al eens een soldeerbout in handen heeft gehad, meebrengt.
Waar niet voor kan worden gezorgd is ervaring; maar juist die zal degene die de verschillende afleveringen consequent volgt en de op de praktijk afgestemde voorbeelden in daden omzet, volop kunnen opdoen.

Met elektronica knutselen is daarom zo'n opwindende liefhebberij, omdat men al met bescheiden financiële middelen en handenarbeid creatief bezig kan zijn, waarbij de werkstukken ook nog een nuttige functie vervullen. Aan schema's mankeert het bepaald niet, maar dikwijls komen degene, voor wie handleidingen zijn geschreven, te kort. De hobbyisten namelijk die snel warm lopen voor het nabouwen van een schema, kunnen zo'n schakeling dikwijls niet aan de gang krijgen

– meestal alleen maar door gebrek aan ervaring. Wanneer de volgende raadgevingen ter harte worden genomen, kan nagenoeg iedereen uit dat probleem worden geholpen:

– eerst een schakeling proberen te begrijpen voor te gaan bouwen

– dan goed de diverse waarden nagaan, niet zo maar domweg proberen

– stap voor stap systematisch verder gaan.

De serie, waarmee nu een begin wordt gemaakt is volgens dit werkschema samengesteld.
De stof is over drie hoofdstukken verdeeld. Allereerst worden, zonder theoretische uitweidingen, de eigenschappen van elektronische bouwstenen behandeld, voor zover althans noodzakelijk om schakelingen goed te kunnen begrijpen en de werking te kunnen verklaren. Daarna worden concrete voorbeelden besproken, hoe zelfgebouwde schakelingen in bedrijf worden gesteld en hoe fouten kunnen worden opgeheven.
Tenslotte worden dan aanwijzingen gegeven hoe met eenvoudige hulpmiddelen de werking kan worden getest, waarvoor normalerwijze kostbare meetapparatuur noodzakelijk is.

De transistor
De gewone, meest gebruikelijke transistor wordt ook wel "bipolaire" transistor genoemd omdat ladingsdragers van beide polariteiten bij de werking een rol spelen, in tegenstelling tot een veldeffecttransistor FET (unipolair), die heel anders is opgebouwd en ook heel anders werkt.
In alle gevallen, waarbij een transistor wordt gebruikt stuurt de transistor een stroomdoorgang. Wanneer dit abrupt gebeurt, spreken we van schakelwerking. Hierbij komen twee situaties voor namelijk die van de stroomdoorlatende (geleidende) transistor en die van de (stroom) versperrende of blokkerende transistor.
Gebeurt het doorlaten van de stroom continu, afhankelijk van een stuursignaal, dan spreken we van versterkerwerking, waarbij in ieder geval de transistor een stroom versterkt, die dan verder wordt verwerkt.
Kenmerkend voor een transistor zijn in eerste instantie vier grootheden:

$U_{CE\ (max.)}$	:	toelaatbare collector-emitterspanning
$I_{C\ (max.)}$	:	toelaatbare collectorstroom
B	:	collector/basis-stroomverhouding (stroomversterking)
$P_{V\ (max.)}$	:	toelaatbaar in warmte af te geven vermogen

Hier moet de beschouwing tot silicium-transistoren beperkt blijven, waarbij het voor de aansluiting van plus en min beslissend is of het om een NPN- of om een PNP- transistortype gaat. In tabel 1 zijn een paar standaardtypen opgenomen, die bij de berekeningen in de volgende voorbeelden worden gebruikt.

Schakelwerking
Hoe een schakelaar door een transistor kan worden vervangen wordt aan de hand van een voorbeeld toegelicht. Maar ons allereerste doel is met een 9 V batterij via een schakelaar een lichtdiode (LED) in bedrijf stellen, zoals in **fig. 1.1** is aangegeven.

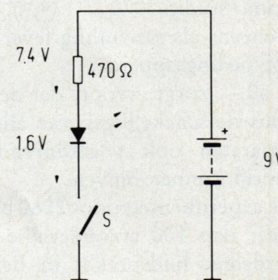


Fig. 1.1 Schakeling voor een LED

Tabel 1: Karakteristieke gegevens van enkele transistortypen

	BC 107 B (NPN)	BC 177 A (PNP)	BC 182 B (NPN)	BC 212 B (PNP)	2 N 1711 (NPN)	2 N 2905 (PNP)	2 N 3055 (NPN)	
$U_{CE\ (max.)}$	45	–45	60	–60	50	–60	60	V
$I_{C\ (max)}$	0,1	–0,1	0,2	–0,2	0,5	–0,6	15	A
B	170	170	200	200	80	100	50	–
$P_{V\ (max.)}$	0,3	0,3	0,3	0,3	3*)	3*)	115*)	W

*) alleen met koellichaam

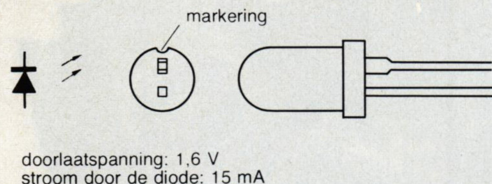


Fig. 1.2 Symbool voor een LED (links). De in horizontale dikke streep is de kathode.

Uit de in **fig. 1.2** opgegeven waarden blijkt, dat de LED niet zonder meer rechtstreeks op de 9 V batterij mag worden aangesloten, omdat de diode al bij ongeveer 1,6 V doorlaatspanning oplicht. De verschilspanning van 7,4 V vangt de weerstand R_V op, die voor dit doel in de stroomkring is opgenomen. Omdat bij ingeschakelde toestand 15 mA door de diode zal vloeien (fig. 2), geldt voor R_V :

$$R_v = \frac{U_{Rv}}{I} = \frac{9{,}0\ V - 1{,}6\ V}{15\ mA} = 490\ \Omega \quad (1)$$

Neemt men de daarvoor dichtstbijkomende standaardwaarde van 470 Ω dan loopt een stroom van

$$I = \frac{U_{Rv}}{R_v} = \frac{9{,}0\ V - 1{,}6\ V}{470\ \Omega} = 16\ mA \quad (2)$$

En dit is een onbeduidende, toelaatbare afwijking van de vereiste waarde.
Wanneer nu een transistor de functie van de schakelaar moet overnemen, dan gaan we voor het bepalen van de onderdelen als volgt te werk:
Bekijk de situatie voor geleiden:
- In de collector-emittertak moet een stroom vloeien,
- daarvoor moet in de stuuringang (basis) een stroom vloeien
- daarvoor is een toereikende stuurspanning tussen basis en emitter nodig.

Bekijk de situatie voor sperren:
- In de collector-emittertak moet geen stroom vloeien.
- dan mag in de stuuringang geen stroom vloeien
- dan moet de stuurspanning tussen basis en emitter laag genoeg blijven.

Fig. 1.3 geeft schematisch het gedrag van de transistor BC107B weer. Van nu af aan nemen we gemakshalve aan, dat de stroomversterking binnen het werkgebied van de transistor constant blijft. Uit de figuur blijkt, dat in het gebied van ongeveer 0,7 V zeer kleine basis-emitterspanningsveranderingen zeer grote veranderingen in de collectorstroom tot gevolg hebben. Dit gedrag kunnen we ook andersom benaderen en zeggen dat bij een stroomdoorlatende transistor de basis-emitterspanning ongeveer 0,7 V bedraagt, (nagenoeg onafhankelijk van de grootte van de collectorstroom. Met inachtnemen van het bovengenoemde krijgen we betrokken op ons voorbeeld van

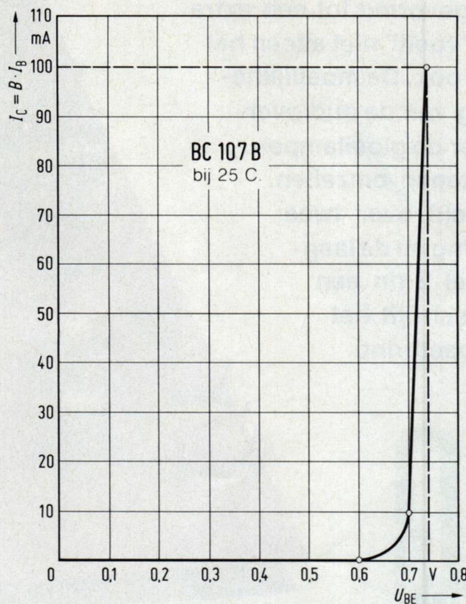


Fig. 1.3 Het verband tussen collectorstroom en basis-emitterspanning van de BC107B

fig. 11 het volgende:
- collectorstroom I_c = 15 mA,
- daarvoor vereiste basisstroom

$$I_B = \frac{I_c}{B} = \frac{15}{170}\ mA = 90\ \mu A,$$

- daardoor vereiste basis-emitterspanning U_{BE} 0,7 V.

Voor de geblokkeerde toestand, (spertoestand) geldt:
- collectorstroom I_c = 0 mA,
- dan mag geen basisstroom vloeien
- dan moet de basis-emitterspanning $U_{BE} < 0{,}6$ V zijn.

Een concrete toepassing voor het gebruik van een LED zou een eenvoudige temperatuurcontrole kunnen zijn. Daarvoor kan een spanningsdeler dienen, die uit een **NTC weerstand** R_ϑ en een weerstand R1 bestaat (fig. 1.4). Omdat van de NTC de weerstandswaarde afhankelijk van de temperatuur verandert, wordt voor de hier opgegeven NTC en de waarde van R1, de over R1 staande stuurspanning U_{St} 0,6 V bij 20°C en 2,3 V bij 60°C. Zodra de door R_ϑ gecontroleerde temperatuur 60°C bereikt, geeft de diode dit aan door op te lichten. In die toestand moet I_B = 90 μA bedragen (zie boven), zodat voor R2 geldt:

$$R2 = \frac{U_{R2}}{I_B} = \frac{U_{St} - U_{BE}}{I_B} = \frac{2{,}3\ V - 0{,}7\ V}{90\ \mu A} \simeq 17{,}8\ k\Omega = 18\ k\Omega$$

In het andere geval (bij 20°C) is Z_{st} met 0,6 V zo klein, dat er geen voldoende basis-emitterspanning voorhanden is, om een basisstroom tot stand te kunnen brengen, zodat als gevolg daarvan geen collectorstroom vloeien kan; de transistor spert.
Zoals reeds vermeld, is het alleen maar van belang op de plus- en min-aansluiting van de transistor te letten wanneer we of een NPN – of een PNP-type gebruiken. Met een PNP-transistor kan een schakeling als in fig. 1.4 op gelijksoortige wijze worden gebouwd. Transistoren, die in hun elektrische eigenschappen gelijk zijn maar verschillen in structuur noemt men complementair. De BC177A is het complementaire type van de BC107B. Fig. 1.5 laat de met een PNP type gebouwde schakeling van fig. 1.4 zien.

R. Göszler

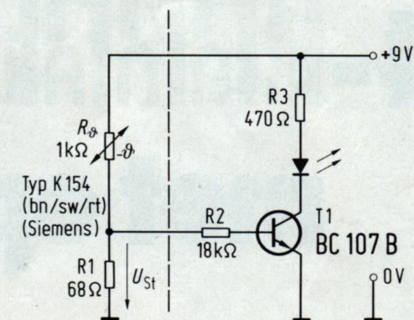


Fig. 1.4 Schakeling voor eenvoudige temperatuur contrôle

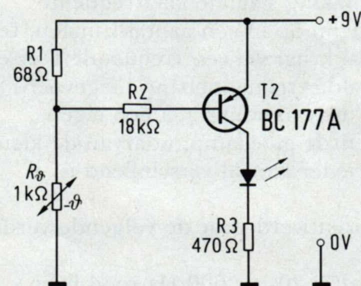
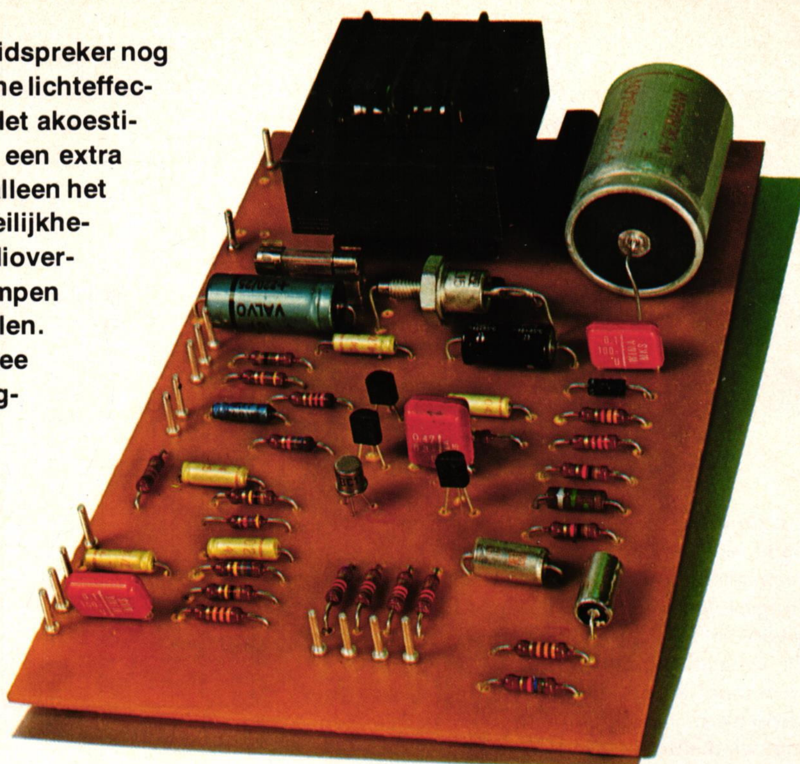


Fig. 1.5 Schakeling als fig. 1.4, maar nu met een PNP-transistor.

Wie in zijn feestkelder het dreunen van de luidspreker nog zou willen onderstrepen met kleurige optische lichteffecten, denkt aan een zogenaamd lichtorgel. Het akoestische effect wordt daarmee omgevormd tot een extra optische indruk; men hoort en "voelt" niet alleen het totale geluid, maar men ziet het ook. De moeilijkheden en gevaren bij de scheiding van de audioversterker en de 220 V voeding voor de gloeilampen kan men met moderne bouwstenen omzeilen. Het gehele apparaat is verdeeld over twee prints. Deel 1 beschrijft de voeding en de laagfrequent voorversterker en deel 2 (in een volgend nummer van ELO) beschrijft het frequentiefilter en de lampbesturing.



4-KANALEN-lichtorgel met opto-koppelingen

De lichtorgel-elektronica deelt het ter beschikking staande laagfrequente spectrum op in een aantal kanalen. Ieder kanaal krijgt via een frequentiefilter een bepaalde frequentieband toegevoerd en staat in verbinding met een eigen gekleurde gloeilamp, waarvan de kleur voor ieder kanaal verschillend is.

Gekozen werd voor de volgende verdeling:

kanaal 1: 20 ... 600 Hz rood licht
kanaal 2: 200 ... 2500 Hz geel licht
kanaal 3: 1500 ... 4500 Hz groen licht
kanaal 4: 3000 Hz tot boven 20 kHz blauw licht

De relatie tussen de lichtgolflengte en de audiofrequenties.

De lichtgolflengten zijn met dezelfde opeenvolging gekozen als de akoestische golflengten. De bovengenoemde frequentie/kleurcombinaties passen goed samen, want lage tonen suggereren iets warms, zoals ook donkerrood licht. De middenfrequentie's tussen 200 Hz en 4500 Hz zijn wat betreft hun indruk relatief neutraal, zoals geel en groen. De hoge frequenties met hun schrille soms pijnlijk aandoend ritme zorgen voor het blauwe licht. Hoe hoger de frequenties in het audiospectrum, hoe kleiner de bijbehorende lichtgolflengten dus zijn gekozen.

Een schakeling zonder elektronische poespas.

Op een gevoelige voorversterker voor hoog- en laagohmige signaalbronnen volgen vier frequentiefilters, die via LED's en fotoweerstanden optisch zijn gekoppeld met de vermogenstrap voor de lampbesturing (figuur 1).
De voeding, die met de voorversterker op een print is ondergebracht, is zeer eenvoudig van opbouw (figuur 2). De van de trafo afkomstige spanning wordt gelijkgericht en met een vermogens-zenerdiode gestabiliseerd. De uitgangsspanning ligt bij +15 V.
Om koppelingen in de versterkertrappen te vermijden zijn bovendien ontkoppelcondensatoren aangebracht over de voedingsprinten van de afzonderlijke trappen.
Achter de tweepolige netschakelaar worden later, via zekeringen en een triac-schakeling de gekleurde lampen aangesloten.
De viertraps voorversterker (figuur 3) werd bewust dusdanig opgebouwd, dat men naast de gebruikelijke bronnen ook direct een microfoon kan aansluiten. Het

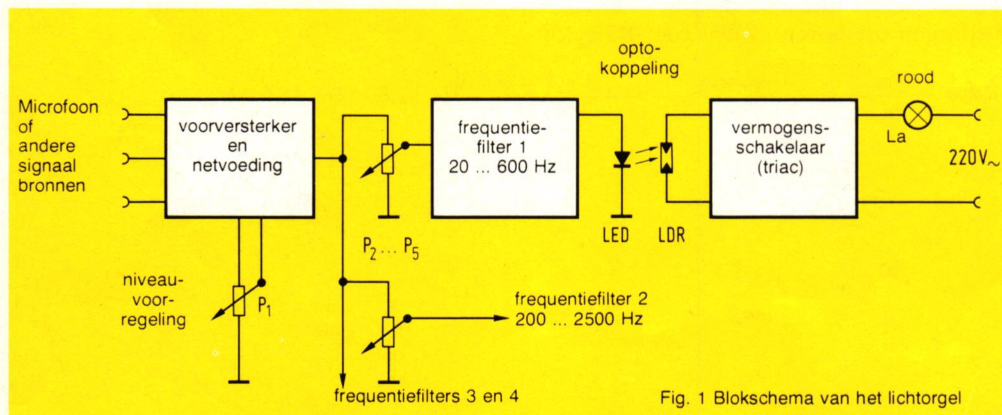


Fig. 1 Blokschema van het lichtorgel

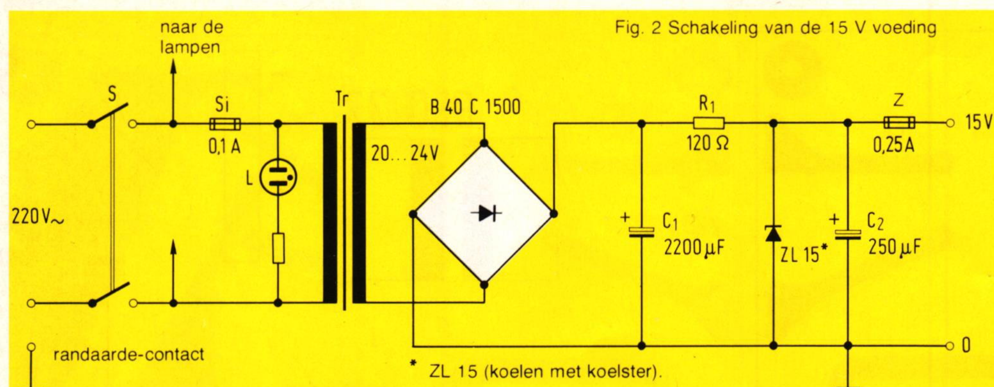


Fig. 2 Schakeling van de 15 V voeding

lichtorgel behoeft dus niet op de luidsprekeruitgang van reeds aanwezige versterker te worden aangesloten, maar past ook direct op een bandrecorder uitgang.
Om een zo hoog mogelijke versterking te bereiken zijn de emitterweerstanden van de transistoren T1 en T2 met condensatoren overbrugd. De 10 V voedingspanning van de eerste trappen wordt door stabilisatie met een zenerdiode verkregen uit de 15 V voedingspanning. De totale uitsturing van de versterker en ook die van de volgende trappen kan worden geregeld met de potentiometer P1. Deze heeft een positie gekregen op de frontplaat. Alle leidingen naar deze potentiometer moeten zijn afgeschermd, waarbij de afscherming eenzijdig verbonden is met aarde.
De daaropvolgende versterkerschakeling (T3 en T4) is vanaf de uitgang via R18 teruggekoppeld naar de emitter van de ruisarme voorversterkertrap T3, waardoor de ingangsweerstand hoogohmig en de uitgangsweerstand laagohmig wordt. De grote gelijkstroom tegenkoppeling heeft een gunstige invloed op de stabiliteit van het werkpunt. Het van C14 afgenomen signaal komt via vier schuifregelaars (bevestigd op de frontplaat) P2 tot en met P5 terecht bij de frequentiefilters. Ook hier moeten alle leidingen naar en van de schuifregelaars rigoureus worden afgeschermd. Met behulp van deze potentiometers kan de aanspreekgevoeligheid van de aparte kanalen individueel worden beïnvloed.
De figuren 4 en 5 tonen de print en het montageschema voor de voeding en de voorversterker.

W. Auffermann.

Wat is eigenlijk een opto-koppeling?
Onder een opto-koppeling verstaat men de combinatie van een lichtgevende diode (LED) en een lichtontvanger (een fotoweerstand, fotodiode of fototransistor). De koppeling tussen de beide bouwstenen vindt plaats via een lichtstraal; daarbij moeten de spectrale gevoeligheden van de lichtzender en de lichtontvanger zo goed mogelijk overeenstemmen.
De bouwsteen zorgt voor een volledige scheiding tussen het ingangsignaal en het uitgangsignaal en is absoluut vrij van terugwerkingen. Met een fotodiode als lichtontvanger kunnen schakelfrequentie's tot 20 MHz worden overgedragen.

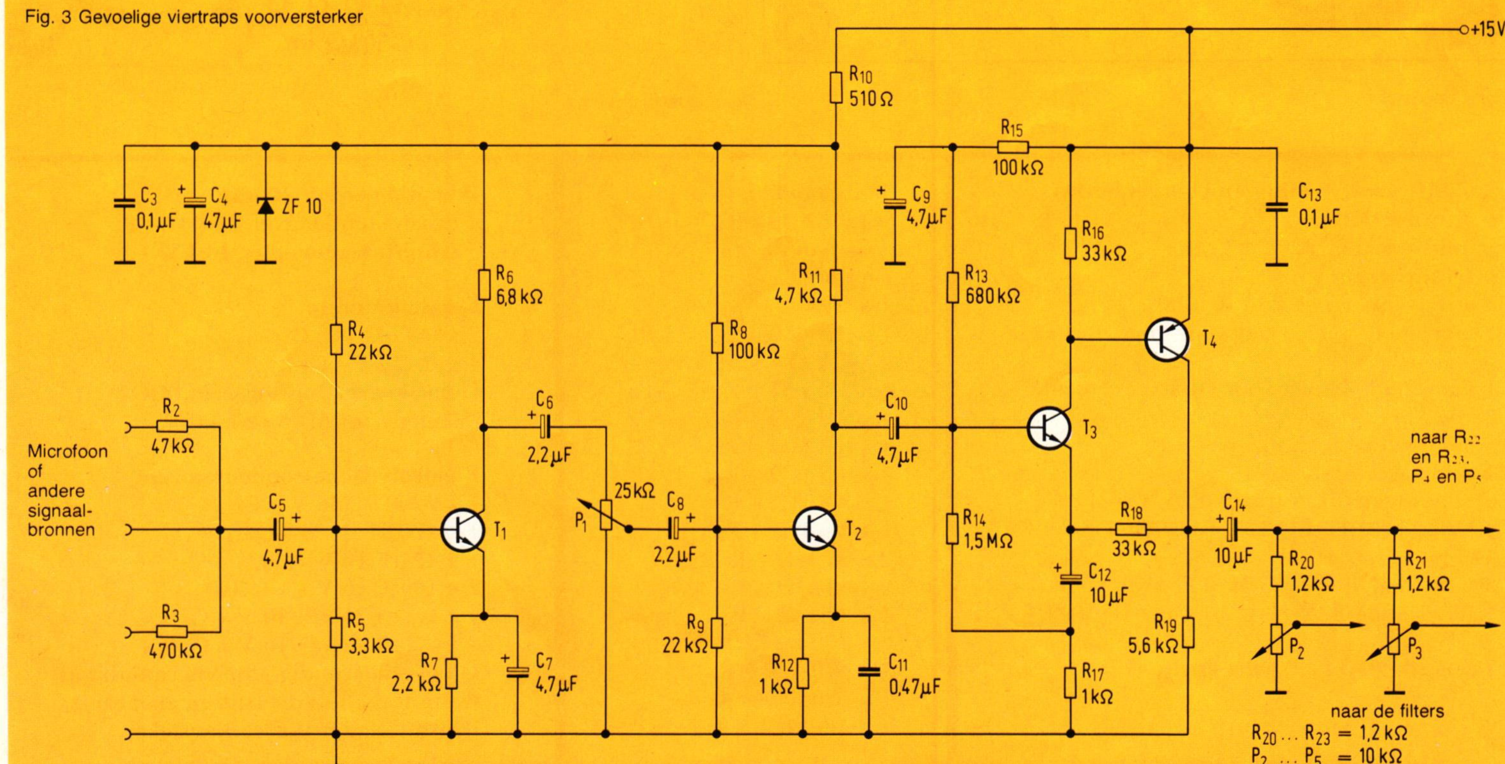


Fig. 3 Gevoelige viertraps voorversterker

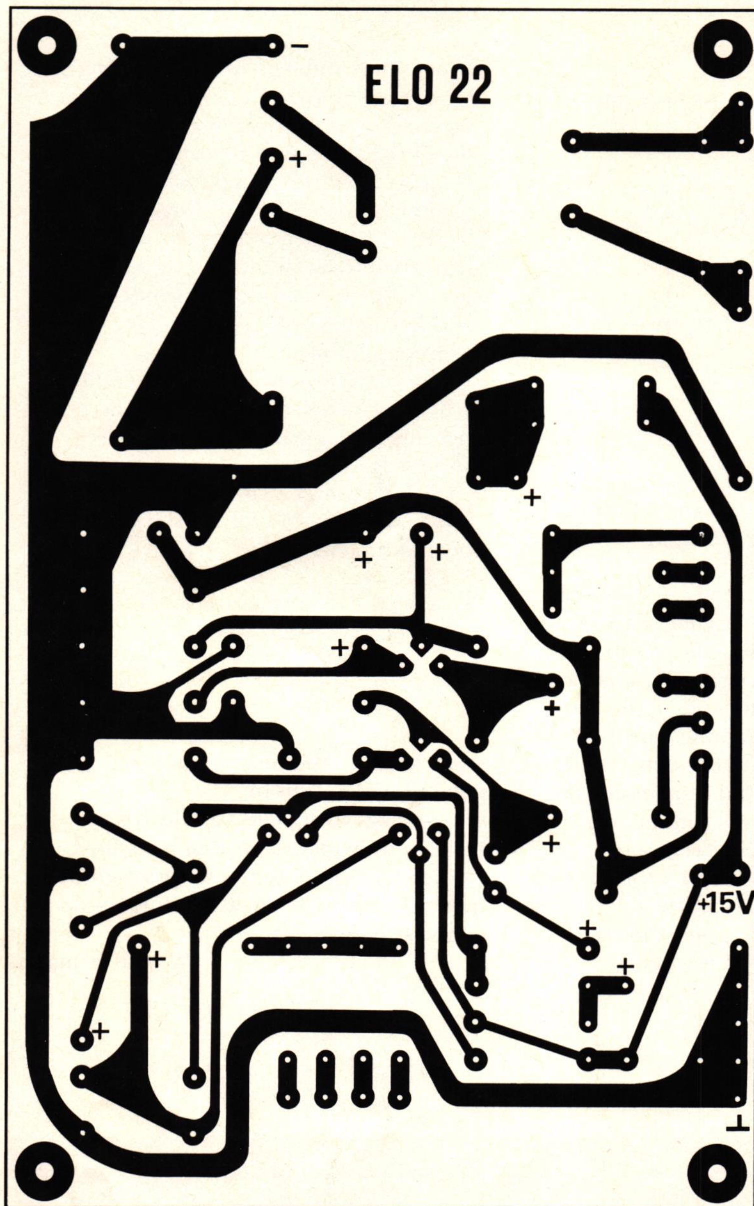


Fig. 4 Sporenplan

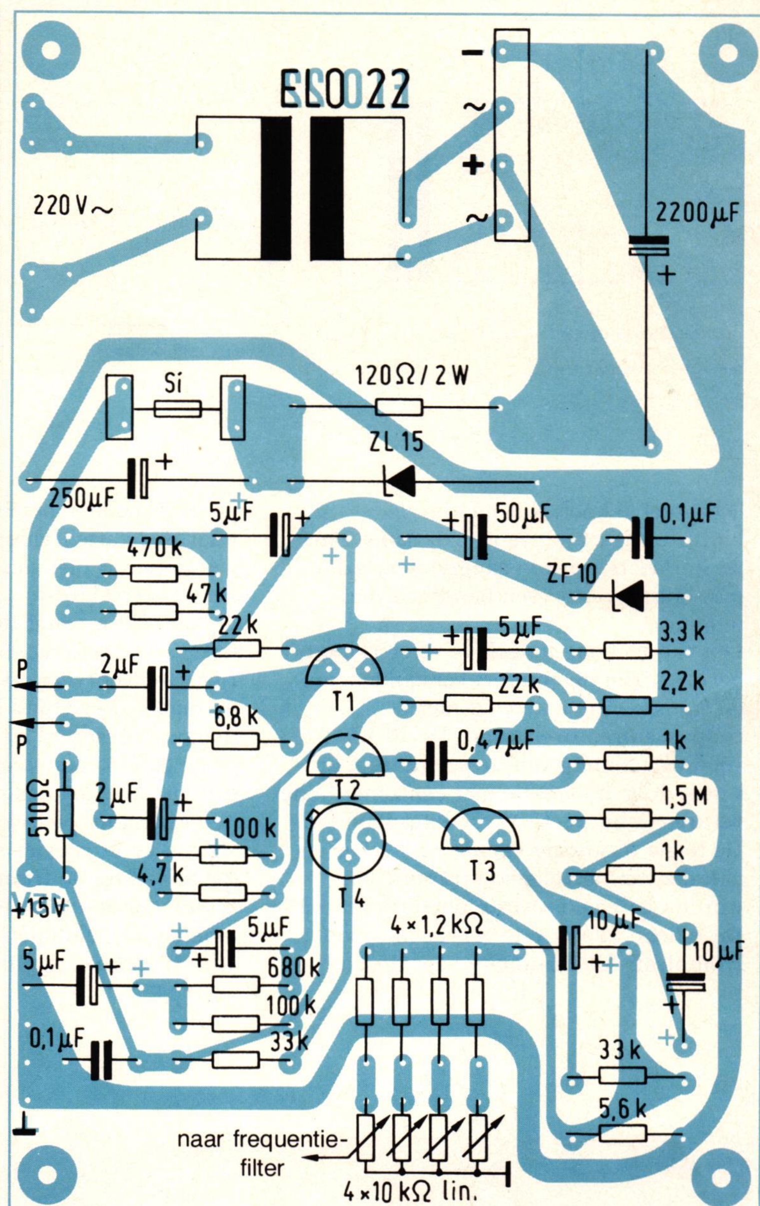


Fig. 5 Montageschema

Stuklijst voor voeding en voorversterker:
1 print ELO 22
1 transformator 220/24 V, in printuitvoering
1 bruggelijkrichter B40 C 1500
1 2-polige omschakelaar voor hoge stromen
1 signaallampje met voor schakelweerstand 220V
1 inbouwzekeringhouder
1 printzekeringshouder
2 zekeringen 0,1 A traag, 0,25 A snel
T1 2 3: BC 109, BC 173, BC 239 of BC 549 B
T4: BC 177, BC 178, BC 179 of BC 559 B
1 zenerdiode BZX 83 C 10, ZPD 10 of ZF 10
1 zenerdiode ZL 15 (met koelster)

Weerstanden:
1 120 Ω 2 W-R_1 draadgewonden keramisch
1/8 watt
1 x 510 k Ω – R_{10}
2 x 1 k Ω – R_{12}, R_{17}
4 x 1,2 k Ω – R_{20} . . . R_{23}
1 x 2,2 k Ω – R_7
1 x 3,3 k Ω – R_5
1 x 4,7 k Ω – R_{14}
1 x 5,6 k Ω – R_{19}
1 x 6,8 k Ω – P_6
2 x 22 k Ω – R_4 R_9
2 x 33 k Ω – R_{16} R_{18}
1 x 47 k Ω – R_2
2 x 100 k Ω – R_8 R_{15}
1 x 470 k Ω – R_3
1 x 680 k Ω – R_{13}
1 x 1,5 M Ω – R_{14}

Potentiometers 1/4 watt
1 draaipotentiometer 25 k Ω – P_1
4 schuifpotentiometer 10 k Ω – P_2 . . . P_5

Condensatoren:
2 x 0,1 µF – C_3 C_{13}
1 x 0,47 µF – C_{11}
Inductie-arm, bijvoorbeeld MKM (Siemens), of MKS (Wima)

Elektrolytische condensatoren:
1 x 2200 µF/35 V – C_1
1 x 220 µF/25 V – C_2
1 x 47 µF/16 V – C_4
2 x 10 µF/16 V – C_{12} C_{14}
4 x 4,7 µF (5 µF)/16 V – C_5 C_7 C_9 C_{10}
2 x 2,2 µF (2 µF)/16 V – C_6 C_8
1,5 m enkelvoudig afgeschermd draad.
Eventueel 13 soldeerstiften en stekers.
Drie-aderige netkabel met steker.

Wernher von Braun:

Beslissende impulsen voor de elektronica

Sinds de start van de eerste kunstmaan op aarde heeft de ruimtevaart een beslissend aandeel in de snelle vooruitgang op alle gebieden van de elektronica. Anderzijds waren de ontwikkelingen in de elektronica basisvoorwaarden voor de resultaten op ruimtevaartgebied, waardoor onder andere de bemande vlucht naar de maan mogelijk werd. Ruimtevaart en elektronica zijn zodoende, zoals men ook kan opmaken uit de ontwikkeling in de loop van de geschiedenis onscheidbaar met elkaar verbonden. Eén van de belangrijkste ruimtevaartdeskundigen was ongetwijfeld de onlangs overleden, duitse raketpionier dr. Wernher von Braun, zonder wie de bemande maanvlucht vandaag de dag nog wel een droombeeld zou zijn. Hoewel van oorsprong raket- en raketaandrijvingsconstructeur, heeft hij door zijn denkbeelden, ontwerpen en tenslotte zijn reuzeraketten het tempo en het karakter van de elektronische ontwikkeling op wel heel aparte wijze beïnvloedt. Welke belangrijke technische vorderingen onder andere aan de schepping van Wernher von Brauns geesteskind ten grondslag liggen, vormt het thema van deze bijdrage.

Pas de door Wernher von Braun ontwikkelde Saturnus V Raket **(afb. 1)** een uit honderdduizenden afzonderlijke delen bestaand technisch meesterstuk, maakte het mogelijk drie mensen op de maan en ook weer terug op de aarde te brengen. Wie herinnert zich niet meer ook nu nog de geslaagde landing op de maan van de drie astronauten Neil A. Armstrong, Michael Collins en Edwin E. Aldrin op 21 juli 1969 in het kader van het Apollo 11 project?

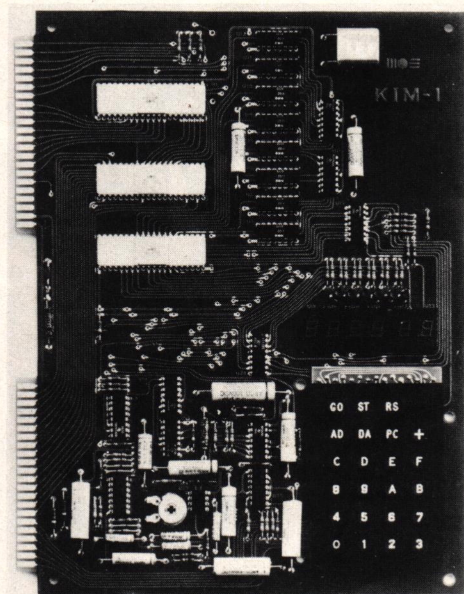
Van geïntegreerde schakeling tot micro computer

De hoge graad van betrouwbaarheid van de Saturnus V met alle daarbij behorende componenten en subsystemen, zoals bijvoorbeeld de maanlander LM (Lunar Module) berustte in aanzienlijke mate op het gebruik van geïntegreerde



Afb. 1: De maanraket Saturnus V tijdens de voorbereidingen van de start voor de lancering van Apollo 14 op 9 november 1970.

schakelingen. Deze meer en meer als IS of IC (integrated circuits) bekende elektronica bouwstenen waren toentertijd nog kostbare zeldzaamheden **(afb. 2)**. De tegenwoordig gemaakte zakrekenapparaten, digitale klokjes en andere elektronische apparaten voor huishoudelijk gebruik, maar ook kleurentelevisies, stereoapparatuur, videorecorders, filmcamera's en mobilofoons zouden zonder gebruik van dergelijke IC's of wel in het geheel niet te verwezenlijken zijn of op zijn minst toch heel duidelijk volumineuser, zwaarder, duurder en minder bedrijfszeker zijn uitgevallen.
De nauwkeurig op tijd verlopende scheiding van de afzonderlijke rakettrappen van de Saturnus V, de besturing daarvan en ook koppelings manoeuvre tussen het Apollo-ruimteschip en de maanlander tijdens de omloop om de aarde en om de maan (ook orbit genaamd) verliep succesvol dank zij de hulp van boord- en grondcomputers. Bij



Afb. 2: Geïntegreerde schakelingen in moderne bouwstijl (microprocessoren)

deze computers ging het bijna uitsluitend om zogenaamde digitaalcomputers, voorzien van de modernste elektronica componenten. Zij hebben de laatste tienjaar verregaand de tot dan toe overal ter wereld gebruikelijke analoge rekenapparaten verdrongen, niet in de laatste plaats het gevolg van het succesvolle gebruik van digitalerekentuigen in het Apollo-programma. Voor noodgevallen beschikten de astronauten aan boord van hun ruimtevaartuig over een programmeerbaar zakrekenapparaat, waarvan een verbeterde uitvoering vandaag de dag voor een bedrag van ca. *f* 1500,– in nagenoeg iedere grote zaak te krijgen is.

Juist aan het voorbeeld van het zakrekenapparaat is te zien, welke betekenis het gebruik van geïntegreerde schakelingen toekomt. Kostte ongeveer een jaar of zeven geleden een tafelrekenmachine waarmee vier bewerkingen konden worden uitgevoerd *f* 800,– tot *f* 1000,–, vandaag zijn vergelijkbare, weliswaar veel kleinere en lichtere zakrekenapparaatjes voor minder dan *f* 20,– verkrijgbaar. Voor minder dan *f* 1000,– worden al zeer produktieve zakrekenapparaten verkocht die programmeerbaar zijn met magneetkaarten en ingewikkeldste wiskundige vergelijkingen kunnen oplossen. Ook de sinds enige tijd de wereldmarkt veroverende kwarts-armbandhorloges met LCD[1]) of LED[2])-aanwijzing werken digitaal en zouden zonder gebruik van geïntegreerde schakelingen niet te zijn realiseren.

De voor de uitvoering van de koppelingsmanoeuvres tussen ruimtevaartuig en maanlander noodzakelijke radarapparatuur was gekenmerkt door uiterste stevigheid, zeer compact en betrouwbaar en maakte het de astronauten mogelijk de afstand tussen de ruimteschepen of tot het maanoppervlak met de grootste nauwkeurigheid te bepalen. Ook deze radarapparatuur bevatte geïntegreerde schakelingen.
Sinds de IC's ook in radarapparaten worden toegepast, waardoor de kosten drastisch omlaag konden worden gebracht, verrichten gewijzigde uitvoeringen van deze apparaten dag in dag uit hun diensten, waaronder de radarsnelheidscontrole apparatuur van de gemeente- en rijkspolitie maar al te bekend is.
Omdat in samenhang met de ruimtevaart, die zonder het werk van Wernher von Braun op dit gebied niet op dit moment het hoge technische peil zou hebben bereikt, bij herhaling op het gebruik van geïntegreerde schakelingen werd gewezen, zal hierna kort op de bouw en de prestaties worden ingegaan. De geïntegreerde schakelingen bestaan uit stroomkringelementen, die zijn gerangschikt op een gemeenschappelijk halfgeleider – één kristal en met behulp van een metaalfilm onderling worden verbonden. Het substraat kan een halfgeleider zijn, of een passief dragermateriaal, al naar gelang het om een geïntegreerde stroomkringloop op halfgeleiderbasis of om een dunnelaagbasis gaat. Als halfgeleidermateriaal geniet silicium (Si) de voorkeur vanwege de grote

[1]) LCD (Liquid Crystal Display) = aanwijzing met "vloeibare" kristallen.
[2]) LED (Light Emitting Diode) = licht (gevende) diode

temperatuurbestendigheid, zonder daarbij aan de hoge mate van betrouwbaarheid in te boeten. Zijn de geïntegreerde halfgeleiderstroomkringen driedimensionaal, bij de dunne lagen gaat het om schakelingen in vlakke rangschikking. In de microelektronica hebben de dunne lagen een dikte, die ligt in de buurt van de afstanden tussen twee atomen. Zij liggen in de orde van grootte van 10 ångström (10 Å komt overeen met het millioenste deel van een millimeter).
De eigenschappen van de dunne lagen worden zowel door het gebruikte materiaal als door de verschillende laagdikten bepaald. Met het gebruik van microschakelingen van uitzonderlijk kleine afmetingen kan een aanzienlijke gewichts- en volumebesparing worden bereikt. De inwendige doorverbindingen in de schakeling van een microstroomkring zijn aanzienlijk minder talrijk dan bij een gelijkwaardige conventionele schakeling, waardoor een grotere betrouwbaarheid wordt bereikt.
Volgens voorspellingen van amerikaanse onderzoekers zal de microelektronica in vergelijking met de conventionele halfgeleiderelektronica tot een tienmaal zo hoge graad van betrouwbaarheid leiden; de fabricagekosten zullen ongeveer tien keer lager, de afmetingen en het grondstoffenverbruik ongeveer honderd keer kleiner zijn, terwijl het energieverbruik het tiende deel van nu zou bedragen. Op deze gronden zal de microelektronica de techniek van de toekomst worden. Dank zij de microelektronica zijn spectaculaire vorderingen gemaakt gezien de compacte bouw van de afzonderlijke componenten.
Twintig jaar geleden werden tien afzonderlijke componenten in een ruimte van één kubieke centimeter ondergebracht op het eind van de zestiger jaren waren dat er 2000 en nu ongeveer 100.000 per cm^3.
Door verbetering van de produktietechniek zal men in de naaste toekomst 1.000.000 en meer afzonderlijke onderdeeltjes in één kubieke centimeter kunnen onderbrengen.
De meest produktieve vorm van geïntegreerde schakeling is momenteel de in 1970 in de Verenigde Staten uitgevonden microprocessor. Deze bouwsteen heeft de laatste zeven jaar in de elektronica een ware revolutie teweeg gebracht en we mogen hem wel een gouden toekomst voorspellen, omdat daarmee microcomputers kunnen worden gebouwd, waarmee nagenoeg alle elektronische vraagstukken zijn op te lossen.
Onder een microprocessor verstaat men de in één enkele geïntegreerde schakeling ondergebrachte centrale eenheid van een microcomputer. De centrale eenheid (CP21: Central Processing Unit) omdat een rekendeel en een besturingsdeel. Het

rekendeel voert rekenkundige (bijv. vermenigvuldigen) en logische (bijv. de) bewerkingen uit, terwijl het besturingsdeel de uitvoering van opdrachten, die de computer ontvangt, voor zijn rekening neemt. Door de toevoeging van een werkgeheugen, waarin het werkprogramma en de direct voor gebruik kant en klare gegevens liggen opgeslagen en een in-/uitgangs besturing, die het gegevensverkeer met de buitenwereld afwikkelt, krijgen we een microcomputer.
De lijst van ter sprake komende toepassingsgebieden voor het gebruik van microprocessoren is lang en omvat o.a.:

- verbruikselektronica
- huishoudelektronica ("wit-goed")
- amusementselektronica ("bruin-goed")
- auto-elektronica
- meet- en regeltechniek
- communicatietechniek
- lucht- en ruimtevaarttechniek

Zendtechniek en telemetrie

De vorderingen op het gebied van het ruimte-onderzoek die in beslissende mate zijn gebaseerd op het werk van Wernher von Braun, hebben zich evenwel ook nog op een ander belangrijk gebied doen gevoelen: de zendtechniek.
Bij het onderzoek van het heelal moet aan de uitwisseling van informatiè de grootste betekenis worden toegekend. Deze uitwisseling moet kunnen plaats vinden tussen aarde en ruimtevaartuig en omgekeerd, met een grote mate van bedrijfszekerheid, waarbij de afstand zoals bijvoorbeeld bij Mars- en Venussonden millioenen kilometers kan bedragen.
De telemetrieverbindingen dienen voor de informatieoverdracht uit de ruimte naar ons op aarde en maken het ook mogelijk de baan van satellieten of ruimtevaartuigen te volgen. In het kader van de ruimtevaarttoepassing dient de telemetrie – of meten op afstand) voor de meting van karakteristieke gegevens, die betrekking hebben op de werking en het gedrag van de draagraketten en hun lading en ook op de vlucht, op de omgevingsomstandigheden enz. Bij gebruik van een draagraket, waarvan de vlucht maar korte tijd duurt, is het nodig om talrijke meetgegevens zeer snel op te tekenen. Bij satellieten verlopen de veranderingen van de te registreren gegevens in de regel meestal langzamer. De verschillende fysische waarden worden door het meetinstrument in elektrische signalen vertaald die op hun beurt de ingangssignalen vormen voor de telemetriesystemen.
Terwijl de telemetrie voor de overdracht van meetgegevens van ruimteschepen naar de grondstations dient worden door radiografische opdrachten aan het ruimtevaartuig commando's doorgegeven voor de uitvoering van bepaalde manoeuvres. De eisen die moeten worden gesteld aan de bandbreedte en het vereiste vermogen liggen bij de radio-commando's anders dan bij de telemetrie, waarbij de doorlaatbandbreedte wordt bepaald door de over te dragen informatie en het zendvermogen dat aan de overdracht van de signalen is aangepast aan de minimaal daarvoor vereiste hoeveelheid. Voor de besturing op afstand echter wordt steeds het maximaal ter beschikking staande zendvermogen gebruikt.
Doorlaatbandbreedte en wijze van overdracht zijn zodanig aangepast, dat foutencorrecties mogelijk zijn, waarbij nauwkeurigheid en overeenstemming van de commando's door een systematische herhaling van de bevelen wordt verkregen. De feilloze ontvangst van deze commando's wordt door zogenaamde "controlesignalen", die door de satellieten worden uitgezonden bevestigd. Op deze manier krijgt het grondstation zekerheid over de goede ontvangst, juiste decodering en correcte uitvoering van de vanaf de aarde via de radio aan het ruimtevaartuig opgedragen taak.
In het begin van de ruimtevaart werden op grond van de grote te overbruggen afstand

Wernher von Braun: zijn activiteiten in 't kort.

Wernher von Braun werd op 23-3-1912 in Wirsitz (Provincie Posen) geboren. Als student van de Technische Hogeschool in Berlijn assisteerde hij Prof. Hermann Oberth bij de constructie van een raket met vloeibare brandstof voor de Ufa-film "De vrouw op de maan". In 1932 kreeg hij als leider van het raketproefstation Kummersdorf de opdracht van het Ministerie voor bewapening om raketten met vloeibare brandstof te ontwikkelen. Sinds 1937 was von Braun technisch directeur van het legerproefstation Peenemünde. Daar kwam onder zijn leiding de lange-afstandsraket A4 (Agregaat 4) tot stand, die na twee mislukkingen op 3-10-1942 voor het eerst met succes werd gelanceerd en in 1944/1945 als V2 tegen Engeland werd ingezet.
Sinds 1945 leefde Wernher von Braun in Amerika, waar hij onder andere de Jupiter-C-raket ontwikkelde, waarmee op 31-1-1958 de eerste satelliet van de Verenigde Staten "Explorer 1" in een baan om de aarde werd gebracht, als ook de in het "Apolloprogramma" ingezette Saturnus V-raket. In NASA verband leidde hij het George C Marshall Space Flight Center (MSFC) in Huntsville/Alabama tot eind februari 1970 en werd daarna een van de vertegenwoordigers van de NASA administratie in Washington.
Teleurgesteld door het gebrek aan belangstelling van de zijde van de Amerikaanse regering voor ruimtevaartactiviteiten van nationale betekenis op lange termijn, zoals bijvoorbeeld een bemande vlucht naar Mars, verliet Wernher von Braun NASA en trad in juli 1972 als vice-president van Fa. Fairchild Industries in Germantown (Maryland) in dienst bij deze particuliere onderneming. Op 15-6-1977 stierf Wernher von Braun aan nierkanker na een lang, zwaar lijden in een ziekenhuis van zijn woonplaats Alexandria (Virginia).

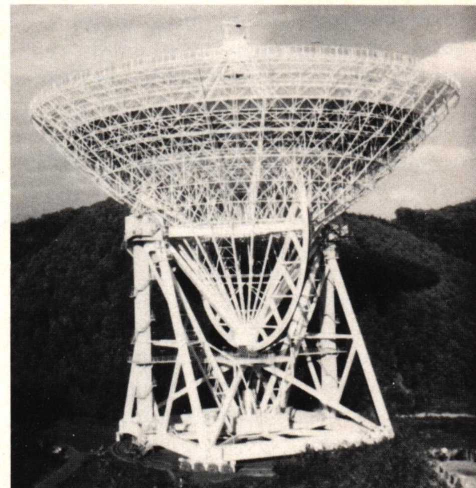


Wernher von Braun (vierde van rechts) in gesprek met de Sowjet-Russische kosmonauten op het IAF-congres in Wenen (oktober 1972).

tussen de zwakke zender van het ruimtevaartuig en de aarde zogenaamde radiotelescopen ingezet, die vooral werden gekenmerkt door hun grote antennewinst, ontvangstgevoeligheid en zendvermogen. In afb. 3 is een dergelijke radiotelescoop afgebeeld. Het gaat hier om de bij Effelsberg in de Eifel gelegen radio-telescoop van het Max-Planck-Gesellschaft für Radioastronomie in Bonn, die met een diameter van 100 m de grootste, volledig beweegbare radiotelescoop van de wereld is. Hij werd onder andere gebruikt in het kader van het Helios-programma voor de ontvangst van de door de zonsonde Helios uitgezonden telemetriesignalen, waarbij de afstand tussen satelliet en aarde soms 300 millioen kilometer bedroeg.
Door vergroting van het zendvermogen van de satelliet, verbetering van de gevoeligheid van de ontvanger en het gebruik van hogere frequenties in het GH2-bereik konden de diameters van de noodzakelijke antennes drastisch worden verkleind. Het bekendste voorbeeld treffen we aan bij de over de gehele wereld verspreide 30m-grondstationantenneschotels voor de ontvangst van de communicatiesatelliet Intelsat (afb. 4).
Omdat de ontwikkeling op het gebied van de communicatiesatellieten de laatste jaren geweldige vooruitgang heeft geboekt, worden voor de momenteel in de Verenigde Staten in ontwikkeling zijnde communicatie-stellietssystemen, rond de jaren tachtig zeer duidelijk veel kleinere grondstations vereist met antennediameter van ca. 10 m, waarmee bijvoorbeeld de signalen van de Intelsat V zullen kunnen worden ontvangen.

Met de bemande maanlanding en de huidige zeer produktieve communicatiesatelieten heeft de ruimtevaarttechniek en de daarmee verband houdende elektronica zo'n hoog technisch peil bereikt als 30 jaar geleden niet voor mogelijk werd gehouden. Zonder de constructeur en ingenieur dr. Wernher von Braun zou dit niveau op dit moment zeker niet zijn bereikt.

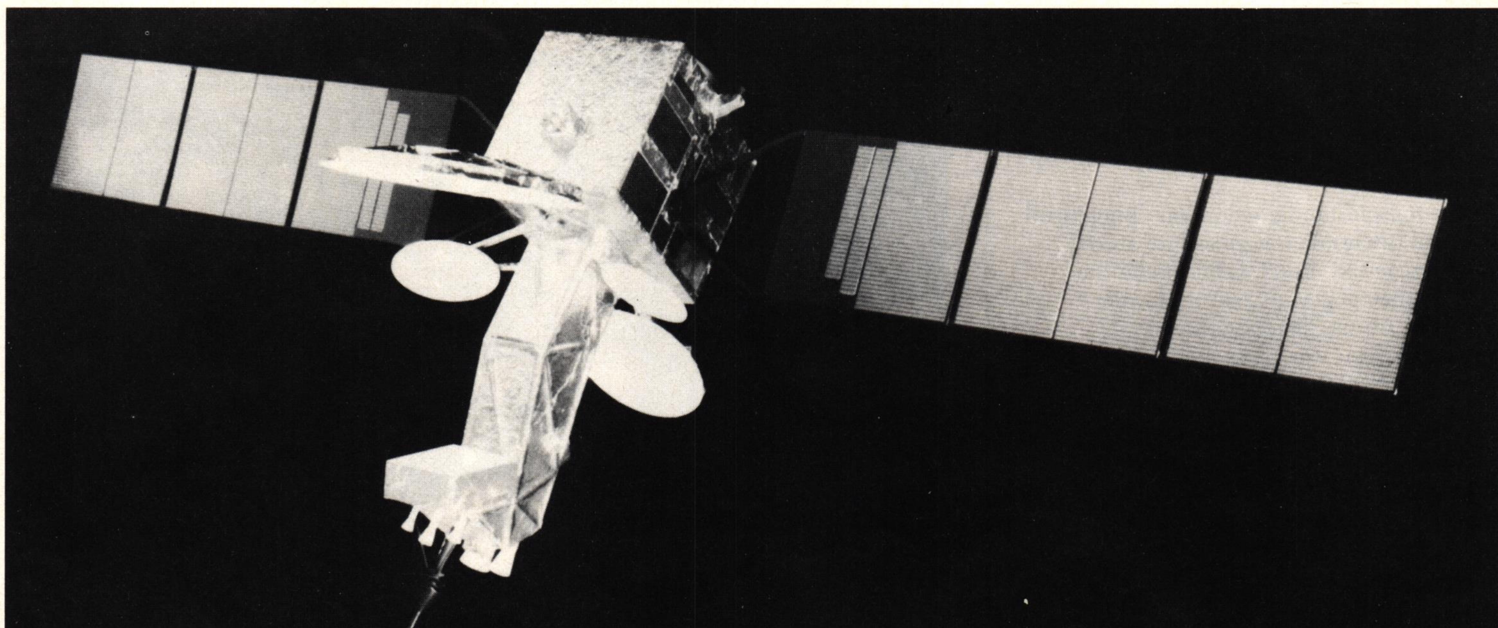
Björn Schwarz



Afb. 3: Radio telescoop van het Max-Planck-Gesellschaft met een diameter van 100 m bij Effelsberg (Eifel).



Afb. 4: Intelsat-grondstation bij Raisting (Oberbayern).



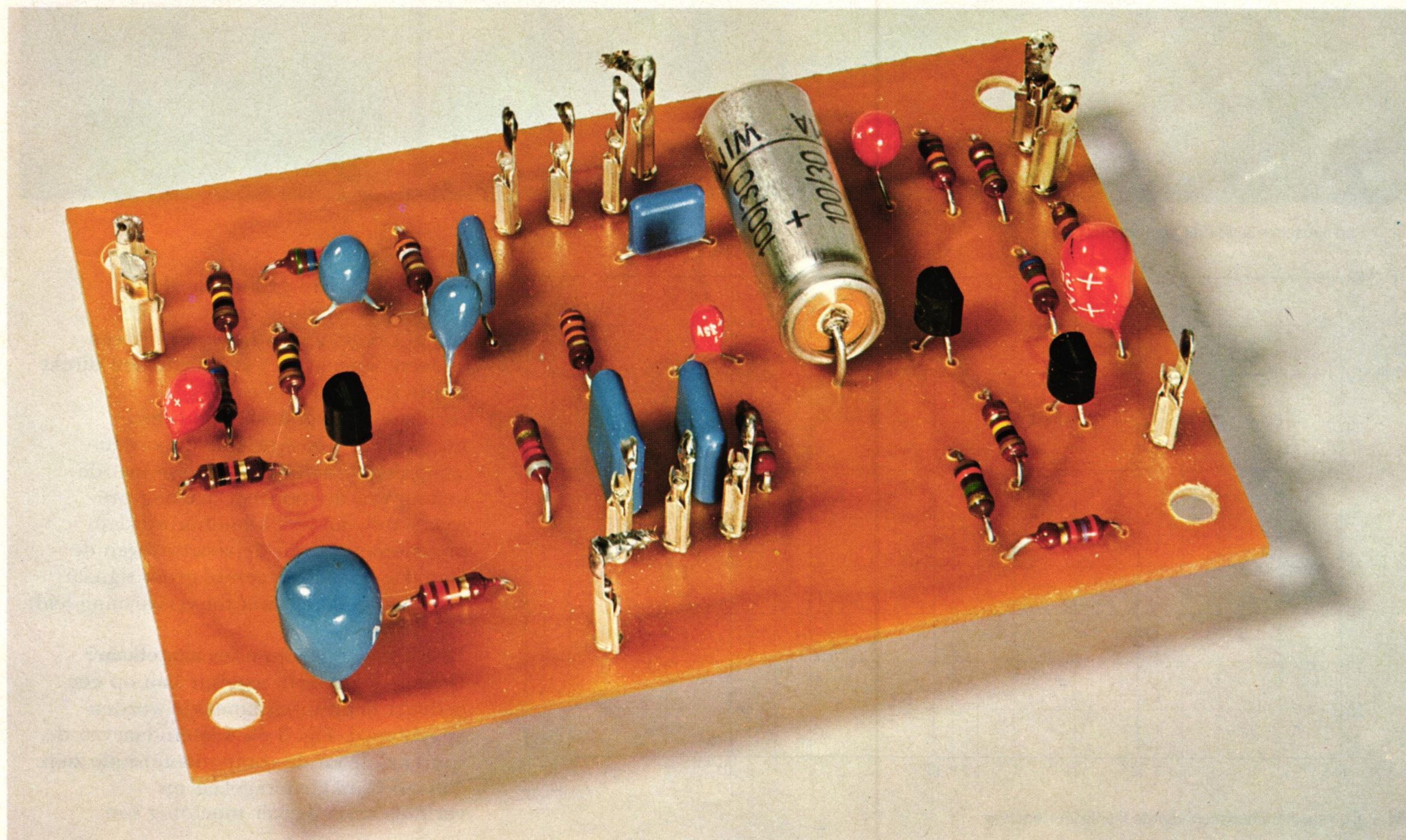
Afb. 5: Communicatiesatelliet Intelsat V.

toonregelaar voor LF-versterkers

Een toonregelaar kan men in een laagfrequentversterker even moeilijk missen als het zout in de soep. Een dergelijke schakeling maakt individuele weergave en aanpassing aan akoestische verhoudingen mogelijk.

Een eenvoudige versterker zonder een of andere vorm van toonregeling geeft het frequentie spectrum nagenoeg lineair door zodat in combinatie met de gevoeligheid van het gehoor het middenbereik – rond de 1 kHz – schijnbaar wordt benadrukt. De geluidsweergave maakt een povere indruk en benadert op geen enkele wijze dat wat men onder HiFi verstaat. Daar staat echter tegenover dat een versterker met een lineaire frequentiekarakteristiek voorwaarde is om aan de HiFi-normen te kunnen voldoen.
Het gehoor wil het echter anders. Dit verklaart het bestaan van de zogenaamde fysiologische volumeregeling, die eigenlijk niets anders doet dan de gevoeligheidskromme van het gehoor corrigeren.

Er zijn tal van mogelijkheden om de klankkleur te beïnvloeden
Doorgaans kiest men daarvoor een van een drietal mogelijkheden. De eerste is primitief en wordt bij goedkope apparatuur toegepast. Ergens op het apparaat bevindt zich een knop met het opschrift "Toon", draait men daaraan, dan zal men vaststellen dat de hoge tonen zonder meer vloeiend worden afgesneden. De resulterende klankkleur is dof en wekt de indruk of er een stapel dekens over de luidspreker ligt. Zo gaat dat natuurlijk niet. Een betere methode vormt de reeds genoemde fysiologische volumeregeling waarbij de potentiometer voor de volumeregeling minstens één aftakking moet hebben. Hierop worden een RC-netwerk voor de hoge tonen en een



RC-netwerk voor de lage tonen aangesloten. Bij een geringe geluidsterkte, dat wil zeggen als de loper de aftakking nog niet heeft bereikt, wordt het middenbereik gedempt. De klankkleur is aangenaam maar in feite onnatuurlijk. Dit effect neemt af en verdwijnt tenslotte helemaal als de loper tot voorbij de aftakking wordt gedraaid. Bij grotere geluidsterkten vindt dan weer een lineaire versterking plaats. En omdat het gehoor gevoeliger is voor het middenbereik zal het geheel een onaangename indruk maken. Deze methode om de klankkleur te regelen wordt dan ook maar als een hulpmiddel beschouwd en is vaak uitschakelbaar uitgevoerd. Verderop in dit artikel worden nog enkele mogelijke schakelingen voor een dergelijke fysiologische volumeregelaar behandeld met tot drie aftakkingen op de potentiometer.

Een actieve klankkleurregelaar vervult al onze wensen

Een regelschakeling waarmee hoge en lage tonen gescheiden en onafhankelijk van het volume kunnen worden geregeld zou al een mooi ding zijn. Normaal wordt met een dergelijke schakeling het ingangsignaal aanzienlijk verzwakt waarna het signaal dan weer met geschikte versterkertrappen moet worden versterkt. Maken deze versterkers deel uit van de klankkleurregelaar, dan spreekt men van een aktieve klankkleurregelaar. Moet er nog een versterker worden bijgebouwd, dan kan men het regelcircuit het beste in de tegenkoppeling opnemen. Op deze wijze bereikt men een enorm regelbereik. De in fig. 1 geschetste schakeling is afkomstig van Siemens en leent zich bij uitstek om op de ingang van een laagfrequent-versterker met vermogens-IC's te worden aangesloten. De technische gegevens van deze regelschakeling zijn bijeengebracht in tabel I. Fig. 2 laat de regelkarakteristiek zien.

In de middenstand van de klankkleurregelaar is de spanning/frequentie-karakteristiek lineair. Is de regelaar in de praktijk echter meer in de richting van de positieve aanslag gedraaid, dan worden hoge en lage tonen bevoordeeld. Op grond van de ingangsgevoeligheid en de ingangsweerstand is het mogelijk een opneemelement met kristalelement direkt aan te sluiten. Moet een correctie-voorversterker voor een magnetisch opneemelement worden aangesloten, dan moet in serie met de ingang van de toonregelaar nog een weerstand van 390 kilo-ohm worden opgenomen omdat de voortrap van de klankkleurregelaar een te groot signaal krijgt aangeboden wat tot vervorming leidt.

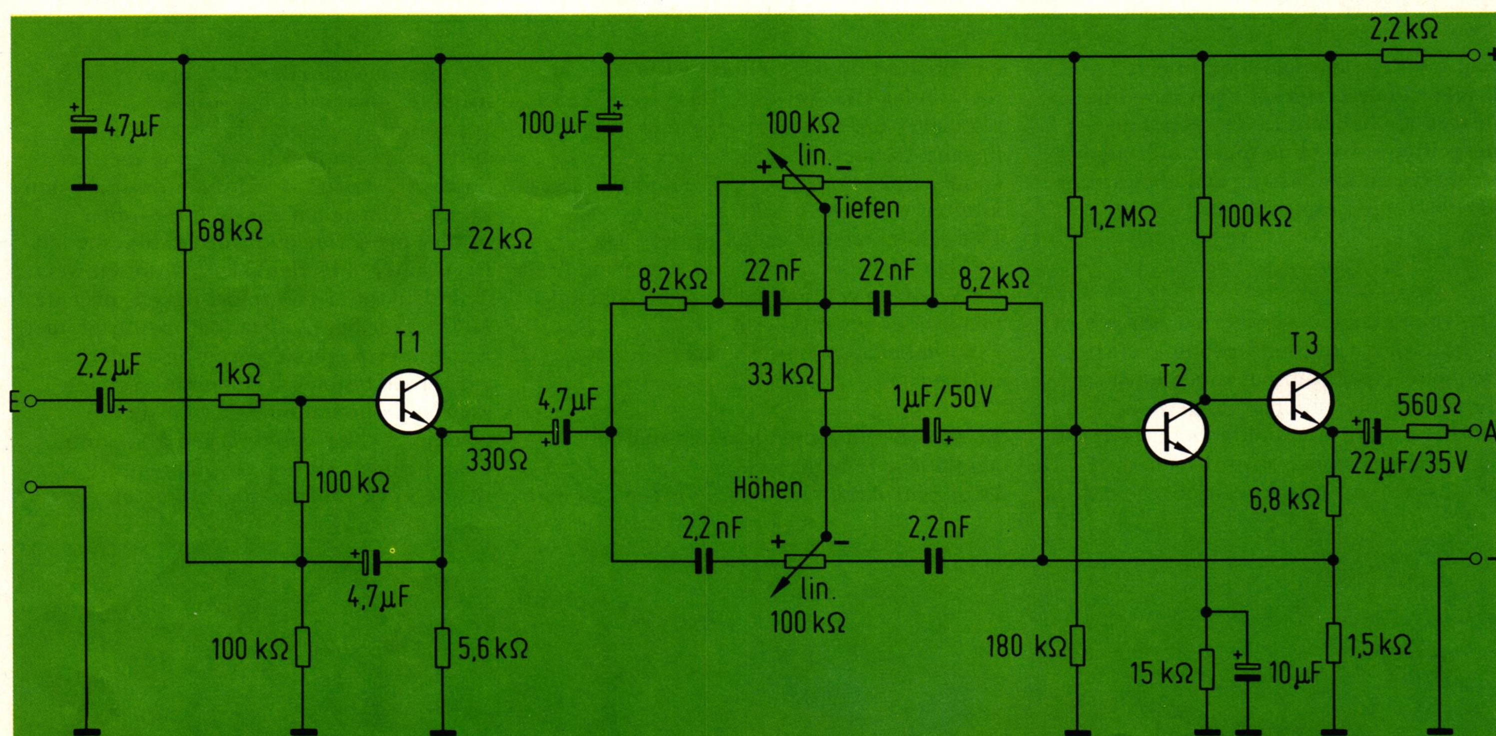


Fig. 1 Principeschema van de klankkleurregelaar

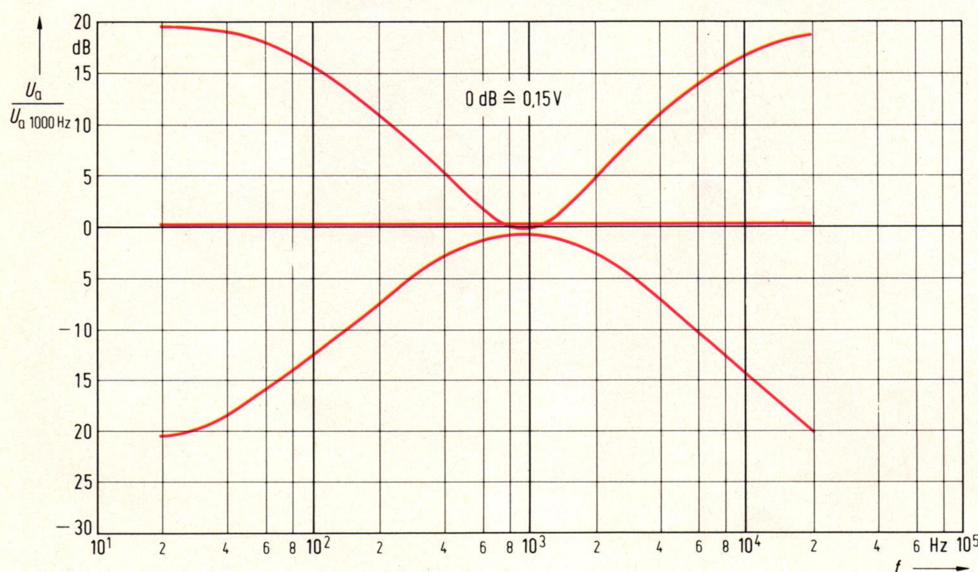
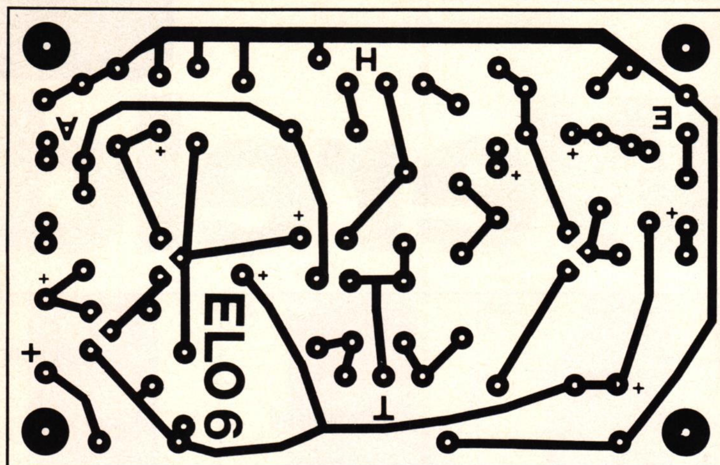


Fig. 2 De regelkarakteristiek van de klankkleurregelaar

Hoe bouwen we nu alles aan elkaar?

De hele klankkleurregelaar kan op een gedrukt bedradingspaneeltje worden opgebouwd. Fig. 3 en 4 laten daarvan de sporenzijde en de componentenzijde zien. Tussen klankkleurregelaar en vermogensversterker moet nog een


Fig. 3 Sporenzijde van het gedrukte bedradingspaneel

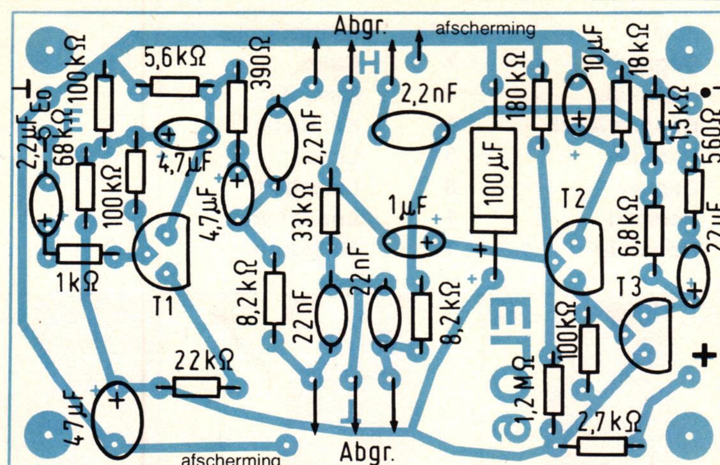


Fig. 4 Componentenzijde van het gedrukte bedradingspaneel

Tabel 1
Technische gegevens
van de klankkleurregelaar

Spanningsversterking:	14 dB
Ingangsweerstand:	1 megohm
Ingangspanning:	300 mV
Instelbereik bij 20 Hz:	−22 dB tot +19 dB
Instelbereik bij 20 kHz:	−20 dB tot +18 dB
Voedingspanning:	15 V tot 24 V

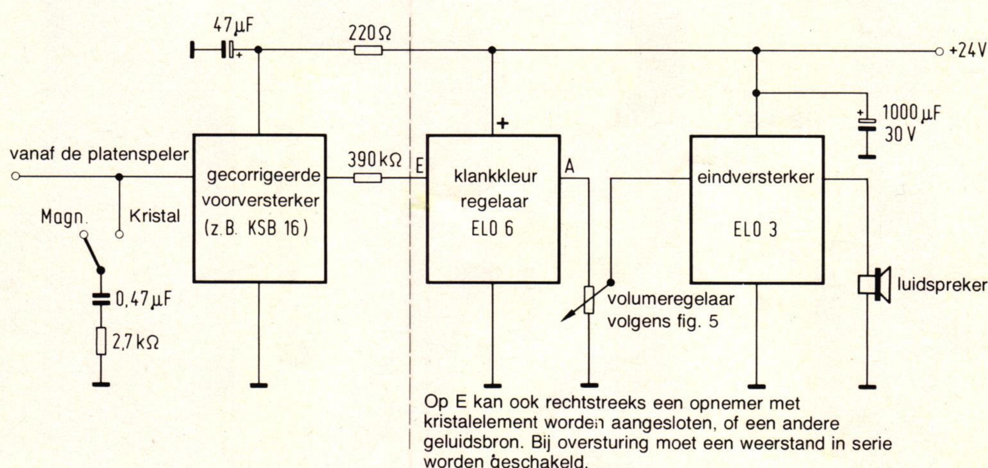


Fig. 6 Aansluitschema van de verschillende functiegroepen

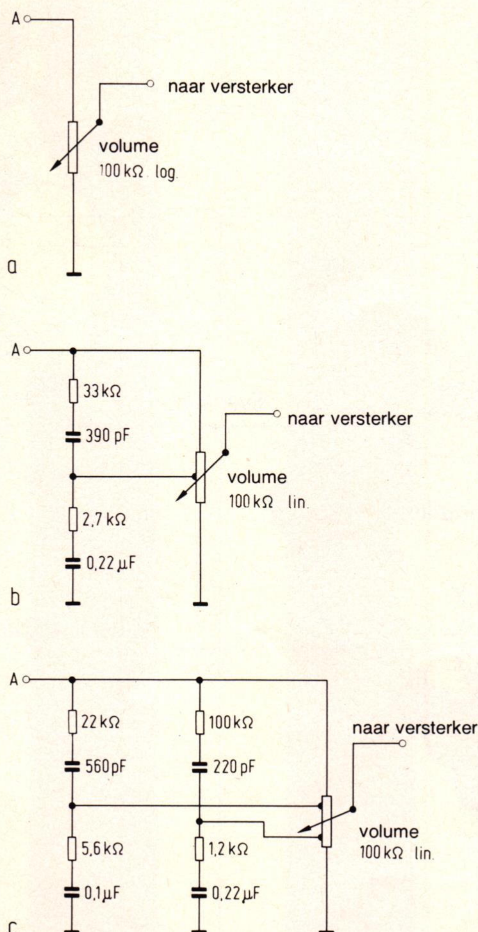


Fig. 5 De verschillende mogelijkheden om een volumeregelaar te schakelen

volumeregelaar worden opgenomen. Dit kan een eenvoudige of een fysiologische potentiometer zijn.
Fig. 5 laat drie verschillende mogelijkheden zien. Versie a) is een eenvoudige volumeregelaar waarin een logarithmische potentiometer wordt toegepast.
Versie b) stelt een fysiologische regeling met één aftakking
en c) een met twee aftakking voor. In beide laatste gevallen wordt een lineaire potentiometer gebruikt. Daar potentiometers met aftakkingen niet zo gemakkelijk zijn te verkrijgen zal men wel zijn toevlucht tot versie a) nemen.
Natuurlijk kunnen ook schuifpotentiometers worden gebruikt. Voor wat betreft de prijs maakt dit weinig verschil uit. Om het samenbouwen van de verschillende groepen te vergemakkelijken geeft fig. 6 hiervan het schema.
Onder ons gezegd: Een opnemer met kristalelement levert in combinatie met een gecorrigeerde voorversterker, een RC-netwerk en de hier beschreven klankkleurregelaar een zodanig onthutsend goede klankkleur dat de aanschaf van een duur magnetisch systeem vaak nauwelijks is te rechtvaardigen.

Christian Rockrohr

Stuklijst
1 Gedrukt bedradingspaneel ELO 6
2 potentiometers of schuifpotentiometers van 100 k Ω lineair
3 transistoren, ruisarm, bijv. BC 413, BC 414, BC 239 of BC 173

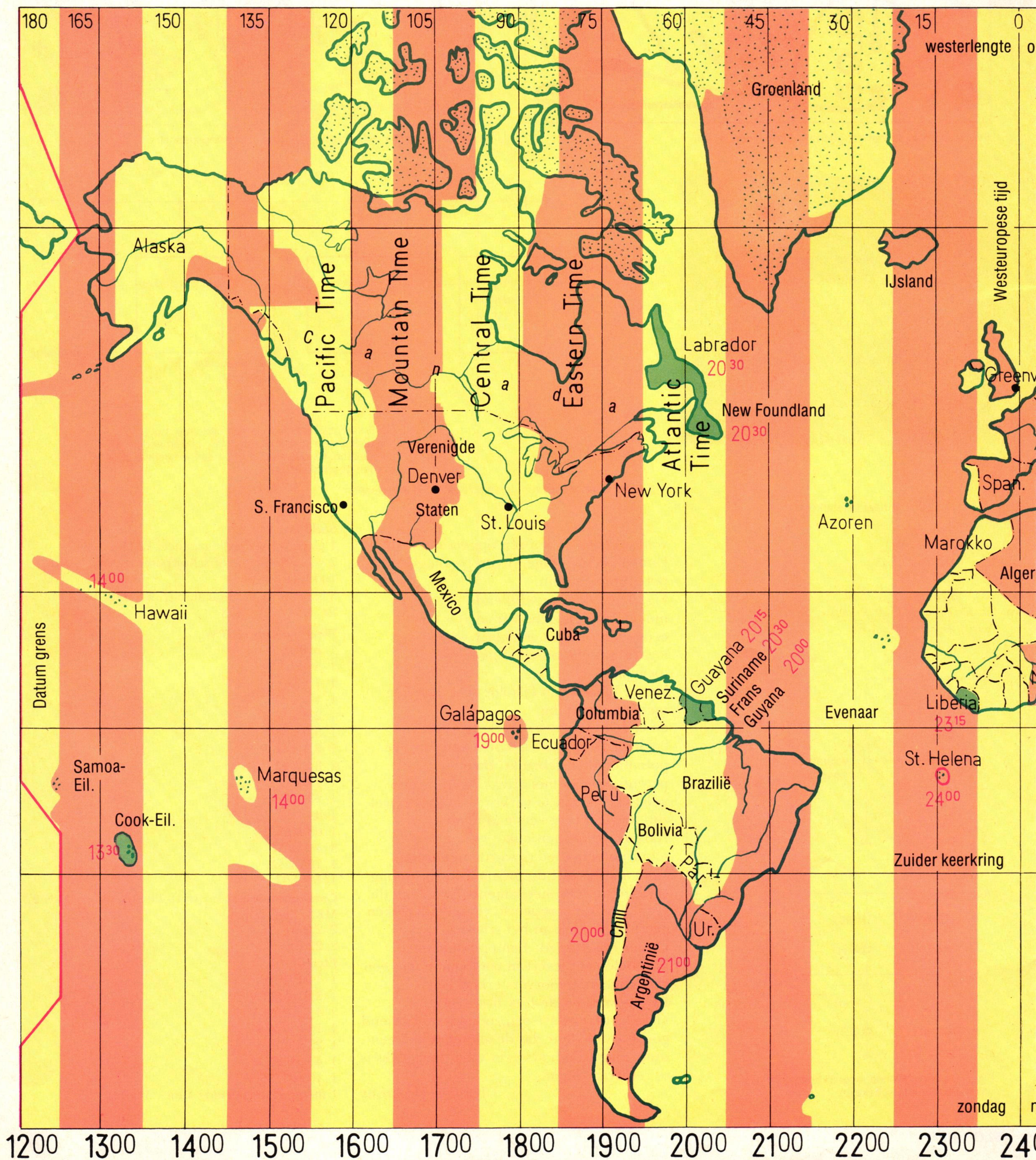
Weerstanden 1/10 W
1 330 Ω
1 560 Ω
1 1 k Ω
1 1,5 k Ω
1 2,2 k Ω
1 5,6 k Ω
1 6,8 k Ω
2 8,2 k Ω
1 15 k Ω
1 22 k Ω
1 33 k Ω
1 68 k Ω
3 100 k Ω
1 180 k Ω
1 1,2 MΩ

Condensatoren (kunststoffolie bijv. Wima FKS 2, MKS, FKC o.d.
2 2,2 nF
2 22 nF

Elco's
1 1 µF/50 V
1 2,2 µF/25 V
2 4,7 µF/25 V
1 10 µF/25 V
1 22 µF/35 V
1 47 µF/25 V
1 100 µF/35 V
1 meter afgeschermde kabel, 3-aderig

El
Wereldt

Plaats	Uur		
Bagdad	+ 2	Istanbul	+ 1
Bangkok	+ 6	Cairo	+ 1
Buenos Aires	− 4	Kaapstad	+ 1
Caracas	− 5	Kinshasa	± 0
Denver	− 8	Lima	− 6
Helsinki	+ 1	Lissabon	− 1
Honolulu	− 11	Los Angeles	− 9
		Melbourne	+ 9





jdkaart

Plaats	Uur		
Mexico City	– 7	Reykjavik	– 2
Montreal	– 6	Rio de Janeiro	– 4
Moskou	+ 2	Sofia	+ 1
New Delhi	+ 4,5	St. Louis	– 7
New York	– 6	Stockholm	± 0
Peking	+ 7	Teheran	+ 2,5
Rangun	+ 5,5	Tokio	+ 8
		Wenen	± 0

Verlichte wagons, ook bij stilstaan

Onze blik viel op het kleine flonkerlichtende dorpje met aan de rand het station. Duidelijk was te zien dat het inrijsignaal op groen sprong. Vrolijk fluitend naderde het, uit alle raampjes lichtuitstralende treintje, om dan langzaam het station binnen te rijden. Maar dan werden de lichtjes steeds donkerder, tot zij helemaal uit waren nog voor de trein tot stilstand was gekomen. Weer eens een keer moesten we ondervinden dat de mogelijkheden bij een modelspoorbaan beperkt zijn maar dat hoeft niet, het kan ook zo, dat de verlichting in de wagons aanblijft. En dan nog wel op verschillende manieren.

Laten we eens kijken.
Tot nu toe werd, hoofdzakelijk, de rijspanning ook voor de treinverlichting benut. Het resultaat hebben we al geschetst. Iedere snelheidsverandering met de snelheidsregelaar zien we onmiddellijk aan de treinverlichting en bij het stoppen van onze trein gaan de lichten uit.
Dus moet de verlichtingsspanning uit een aparte stroombron komen. Maar als toevoerleidingen staan alleen maar de rails ter beschikking en die worden voor de rijspanning gebruikt. De verlichtingsspanning moet echter, op zijn minst met één aparte aansluiting, onafhankelijk van de rijspanning worden overgebracht.
Het simpelste is hiervoor de bovenleiding te gebruiken. In fig 1 is dat schematisch voorgesteld. Hier bereikt de rijstroom via de rails de motor van de locomotief. R1 is een daarmee in overeenstemming zijnde belastbare regelweerstand in de stroom-toevoerleiding van de batterij B1 naar de motor M1. Via deze weg wordt de rijstroom en dus de rijsnelheid geregeld. De stroom naar lampje La 1 in de locomotief vloeit daarentegen via de bovenleiding, vandaar door de stroomafnemer van de locomotief en tenslotte door het lampje. Dat alle twee de stromen terugvloeien via de rails, heeft geen invleod op de motorstroom noch op de stroom door het lampje. De ene rails kunnen we als gemeenschappelijke massa beschouwen. De stroom voor het lampje wordt van de tweede batterij B2 afgenomen; deze kan worden geregeld met een tweede regelweerstand, zodat ook de helderheid van het lampje kan worden veranderd.
Het kan ook anders. Bijvoorbeeld zoals bij de Spoorwegen – of op zijn minst heel sterk erop lijkend. De spoorwegen voeden hun treinverlichting uit accu's, die onder het rijden worden bijgeladen door een dynamo. Voor modelspoorwegen zouden vergelijkbare dynamo's te kostbaar zijn. Maar als laadspanning kan simpelweg de railspanning worden gebruikt. Dat zien we dan in fig. 2.
Omdat de railspanning afhankelijk van de rijrichting bij gelijkstroombanen zus of zo kan zijn gepoold, – de rijrichting schakelaar S1 geeft dat aan – moet een gelijkrichter in brugschakeling bestaande uit de dioden D1 t/m D4 worden opgenomen. Dan wordt de mini-accu B4 steeds (op de juiste manier aangesloten) bijgeladen. Hij laat tijdens de rijpauzes de treinlampje La2 en La3 rustig verder branden. Van buitenaf kunnen we echter de helderheid niet meer regelen. Omdat evenwel meestal een gelijkmatige helderheid wordt gewenst, is een kleine instelweerstand (R4) in de trein bijna altijd voldoende. Gezien de brugschakelingsgelijkrichter werkt deze schakeling ook bij wisselstroombanen.
Om te voorkomen, dat de accu's te ver worden opgeladen, moet de maximale laadspanning hoger zijn dan de grootste rijspanning verminderd met ongeveer 2 V die in de dioden verloren gaan. De dan niet volledig opgeladen accu's kunnen daarom slechts beperkte tijd de volle lampjesstroom leveren.
Minder ingewikkeld, maar ook niet zonder nadelen is de schakeling volgens fig. 3. Deze wordt met wisselstroom uit de generator G1 gevoed. Als generator kunnen we denken aan een exra transformatorwikkeling die dan wel goed moet zijn berekend voor zijn taak. Met de dioden D5 en D7 alsook D6 en D8 wordt

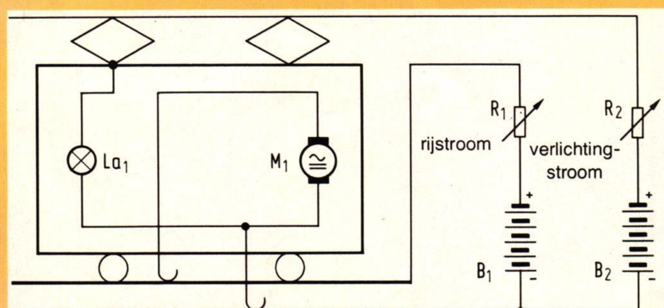


Fig. 1 Treinverlichting via de bovenleiding

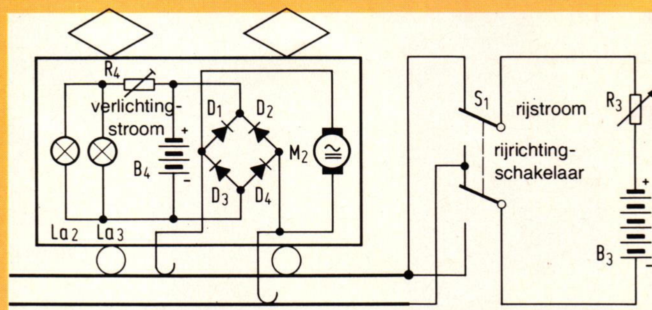


Fig. 2 Treinverlichting met behulo van ingebouwde mini-accu

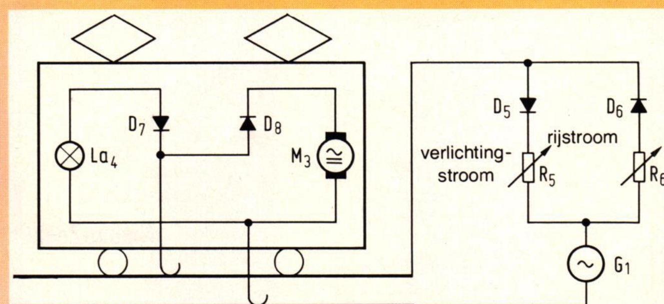


Fig. 3 Treinverlichting en rijspanning via gescheiden wisselstroom halvegolven

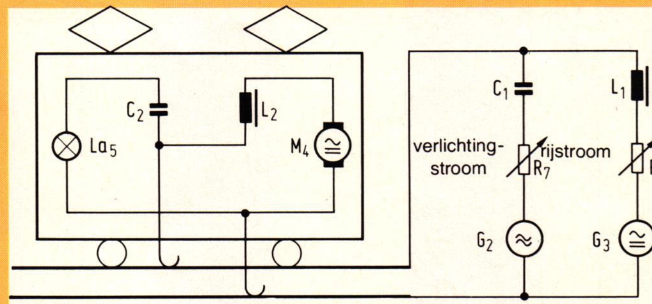
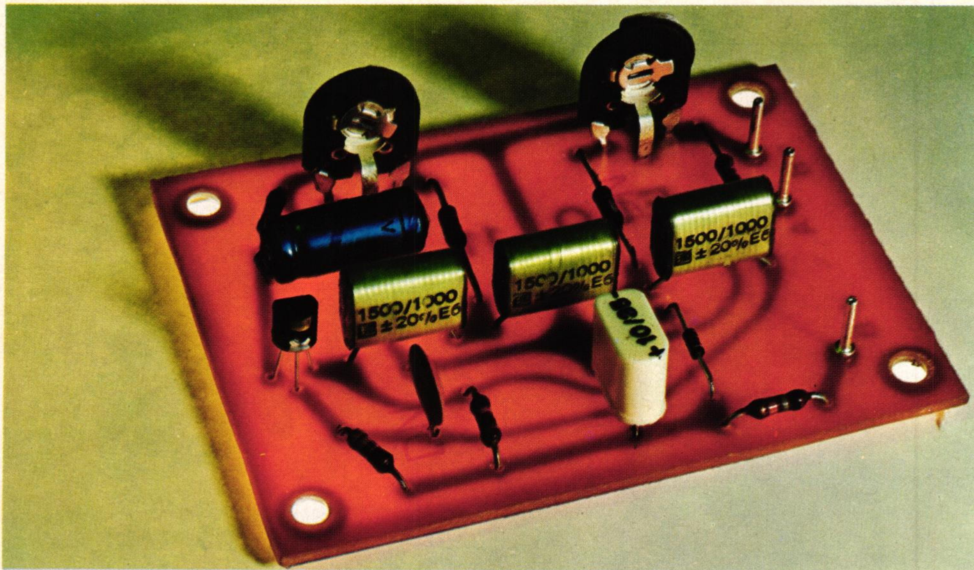


Fig. 4 Treinverlichting via LF-generator G2.


Gemonteerde toongenerator

ervoor gezorgd, dat de positieve wisselstroom halvegolven alleen via de motor M3 en de negatieve wisselstroom-halvegolven alleen maar via lampje La4 lopen met de instelweerstanden R5 en R6 kunnen zij apart worden ingesteld. Omdat nu telkens maar voor de helft van de tijd stroom vloeit, moet de transformator in staat zijn de bijna anderhalf maal zo hoge spanning te leveren (precieser 1,41 maal) en voldoende vermogen kunnen leveren. Uiteraard hebben we aan de twee spoorstaven van de rails voldoende om beide stromen onafhankelijk van elkaar te kunnen overdragen. Verandering van de rijrichting bij gelijkstroomlocomotieven is helemaal niet meer, bij wisselstroomlocomotieven nog slechts beperkt mogelijk.
Daarom blijft nog slechts de mogelijkheid van frequentiescheiding over. Het is de elegantste methode, maar ook de ingewikkelste en minst goedkope. Fig. 4 laat het principe zien. Terwijl de rijspanning zoals tevoren van een generator. G3, wordt afgenomen, van een gelijkstroom of een 50 Hz wisselstroom bedieningspaneel, levert de verlichtingsgenerator G2 een spanning met een beduidend hogere frequentie, bijvoorbeeld van 10 kHz. Gezien het grote verschil in frequentie kunnen beide spanningen via wisselstroomweerstanden samengevoegd en weer van elkaar worden gescheiden.
Zoals bekend, neemt de wisselstroomweerstand van condensatoren af, naarmate de frequentie hoger is. Smoorspoelen gedragen zich net andersom. Zij geleiden des te beter, naarmate de frequentie lager is. Beide mogelijkheden worden benut. In de rijstroomkring zijn de van een ijzerkern voorziene smoorspoelen L1 en L2 opgenomen, die weliswaar de rijstroom nagenoeg onverzwakt doorlaten, maar de verlichtingsstroom echter zo'n grote belemmering in de weg leggen, dat hij noch door de motor noch door de generator kan afvloeien. En de condensatoren C1 en C2 in de lichtstroomkring op hun beurt versperren de rijstroom de weg en laten alleen de verlichtingstroom door.
Om moeilijkheden met de storingsdienst van de PTT te voorkomen moet ervoor worden gezorgd, dat de verlichtingsspanning zoveel mogelijk vrij is van harmonischen. Daarom komen slechts sinusvormige spanningen in aanmerking. Hiervoor worden toongeneratoren en vermogensversterkers met HiFi-eigenschappen gebruikt. Deze opzet is alleen maar zinvol bij zelfbouw, handelsapparatuur zou momenteel nog veel te kostbaar zijn. Hierbij komt nog dat aan de kortsluitvastheid van de versterker bepaalde eisen moeten worden gesteld.

Modeltreinen hebben de neiging af en toe te ontsporen!
Schakelingen voor passende vermogensversterkers zijn er voldoende. Een geschikte toongenerator is ook gemakkelijk zelf te bouwen; het hier beschreven apparaat is ontleend aan een boekenserie op het gebied van modelbanen elektronica. Het is gebleken dat 10 kHz een gunstige frequentie is, laag genoeg om nog voldoende verliesarm te kunnen worden versterkt.
De toongenerator is geschakeld als in fig. 5 is aangegeven. Het bouwschema zien we in fig. 6 en 7. Hij geeft bij een bedrijfsspanning van 12 tot 16 V een uitgangspanning van precies 2 V af. Deze spanning is gestabiliseerd. C2, R1, C1, R2 en R3 evenals C3 en de parallelschakeling van R4 en R5 met de ingangsweerstand van de transistor T1 vormen de drieledige fasenverschuiving van de toongenerator. Zijn frequentie kan met R3 ongeveer 20% worden veranderd, voor het geval dat er nog gefluit te horen zou zijn. Voor T1 is een transistor nodig met een stroomversterkingsfactor van meer dan

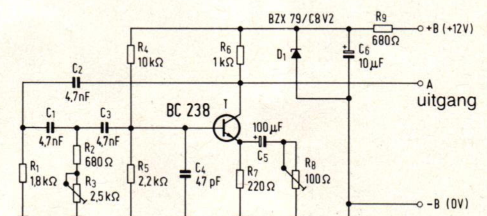


Fig. 5 Schakeling van de toongenerator

200. Om te voorkomen, dat de schakeling ongewild in het FM-gebied oscilleert is C4 toegevoegd. Via R8 kan de tegenkoppeling worden ingesteld. Daarmee bereiken we, dat de uitgangspanning arm is aan harmonischen en daarmee vrij is van stoorstraling. De voedingspanning van de toongenerator wordt met een 8,2 V zener-diode vast ingesteld, waarbij de voorschakelweerstand met R9 is aangeduid. Het uitgangsignaal van de toongenerator voeren we in een vermogensversterker. Fig. 8 toont ons de schakeling van een dergelijke versterker waarvan in de praktijk is bewezen dat hij aan al onze verlangens kan voldoen. Met een kleine wijziging kan deze LF-versterker, geschikt worden gemaakt om heel veel processen in

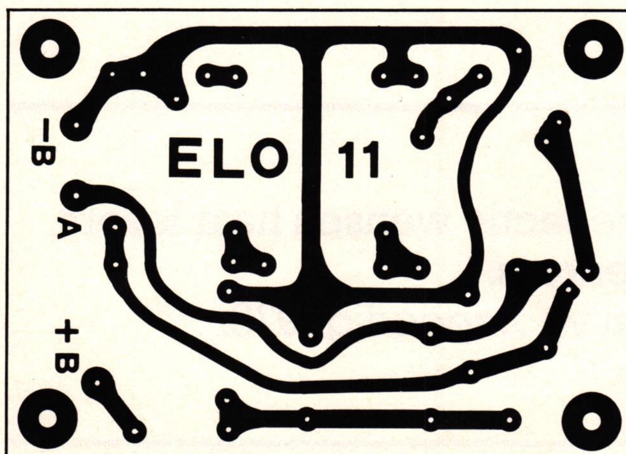


Fig. 6 Zo eenvoudig ziet de print van de toongenerator eruit.

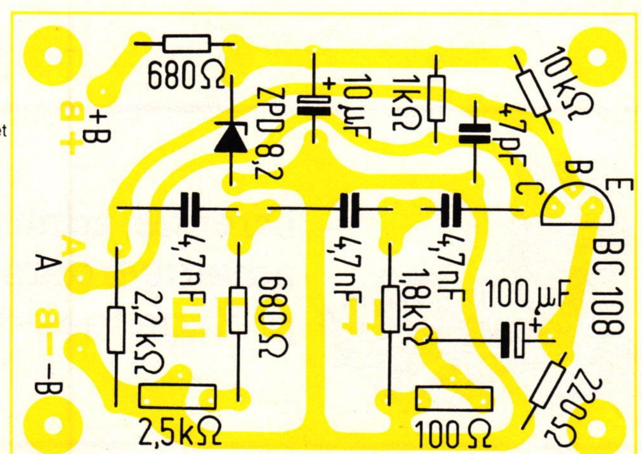


Fig. 7 En zo wordt de toongeneratorprint gemonteerd.

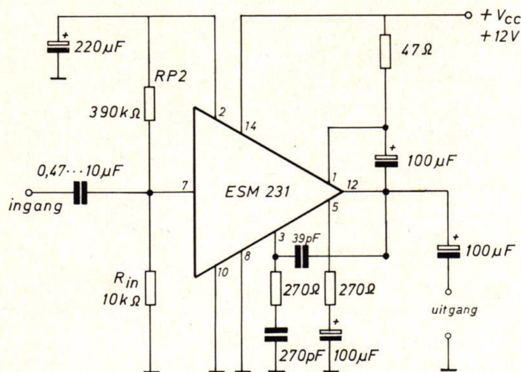
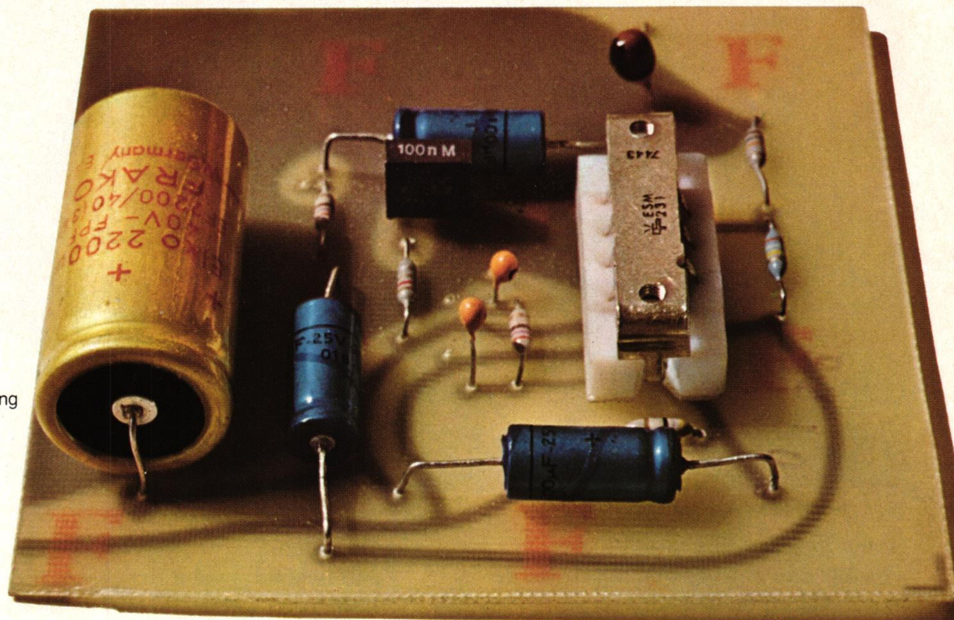


Fig. 8 Schakeling van de LF-vermogensversterker voor treinverlichting



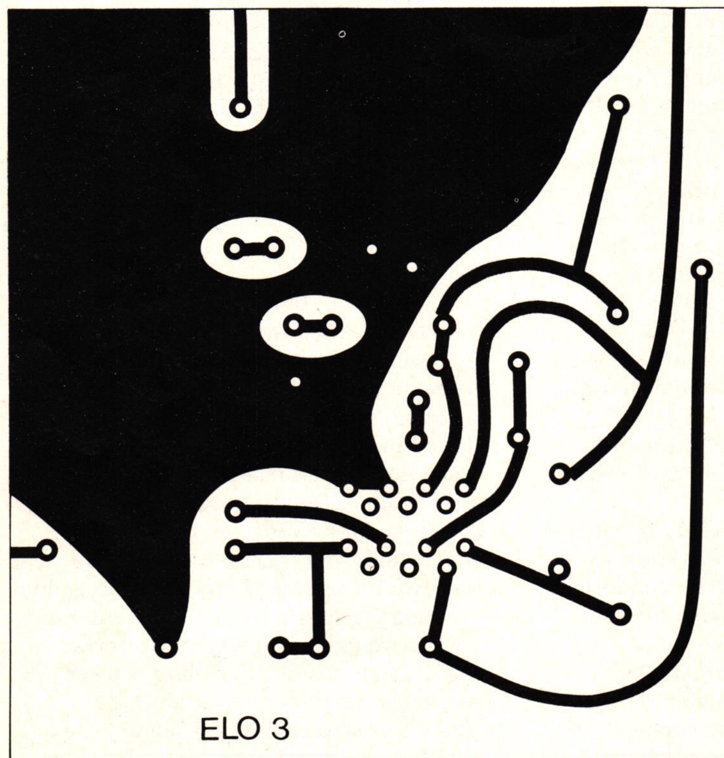


Fig. 9 De print voor de LF-vermogensversterker. De dunne rand mag na het etsen niet meer blijven bestaan (gevaar voor kortsluiting). De rand wordt bij het zagen mee weggenomen.

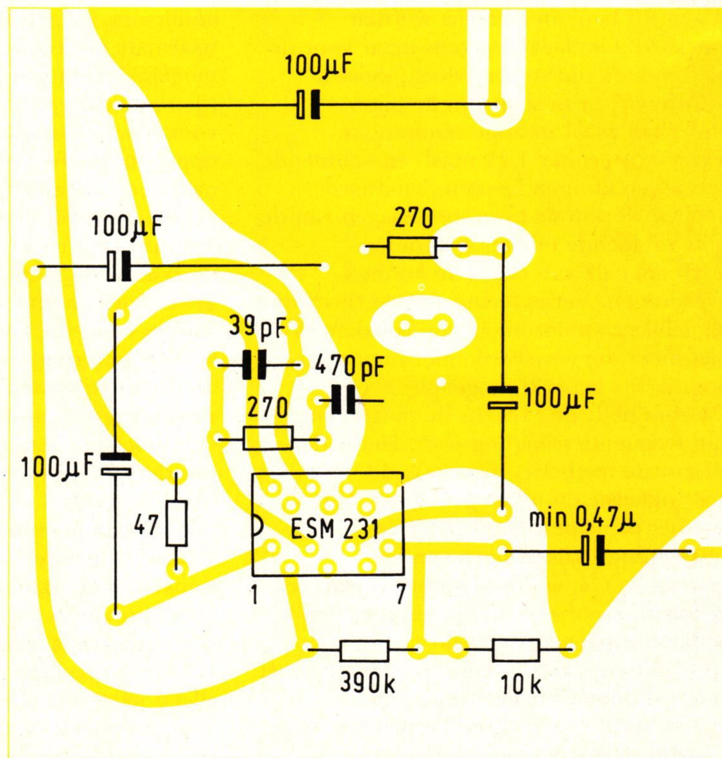


Fig. 10 De montage van de print



Directie, administratie en redactie wensen haar lezers, adverteerders en medewerkers, prettige feestdagen en een voorspoedig 1978.

de elektronica hoorbaar te maken. Maar daarover kunnen we in een afzonderlijk artikel wel eens uitvoeriger op ingaan. We beperken ons nu tot het gebruik voor modeltreinenverlichting. De LF-vermogensversterker is kortsluitvast. De bouw van de schakeling zal nauwelijks moeilijkheden kunnen opleveren, zeker niet wanneer we een print gebruiken zoals in fig. 9 is weergegeven. De printmontage verloopt geheel volgens het bouwplan uit fig. 10. Weliswaar zijn op de print een paar verbindingen meer aangebracht, maar die zijn bestemd voor nog andere toepassingen dan treinverlichting. In ons geval worden die verbindingen niet gebruikt.

Hoe de toongenerator en de LF-versterker samen met dezelfde voeding en met de rails worden verbonden kunnen we zien in fig. 11. Opvallend is, dat de complete opstelling met 12 V tot 14 V gelijkspanning wordt gevoed, welke spanning wordt afgenomen van een transformator met een 12 V wikkeling (2 A bijvoorbeeld Radio Service Twente) of een dienovereenkomstige verlichtingstransformator van voldoende vermogen. Voor de afvlakking is één enkele elco voldoende. De capaciteit daarvan moet 4700 µF bedragen, bij een bedrijfsspanning van 20 V of meer. De aan de uitgang van de LF-versterker geschakelde kortsluitbeveiliging wordt gevormd door een 12 V autolampje 6 tot 10 W. Bij overbelasting licht de lamp op waarbij tegelijkertijd door het oplichten een signaal zichtbaar wordt, waaruit blijkt dat er een overbelasting zoals bijvoorbeeld een kortsluiting aanwezig is. Als smoorspoel wordt een 25 mH-type gebruikt, die voor motorstromen tot 1 A geschikt is. De wikkelgegevens daarvan zijn: kern ongeveer 42 plaatjes transformator blik 42 x 0,35 x 0,5 DIN 41 302 A2 (gelijk-gelaagd); aantal windingen 245, materiaal geemailleerd koperdraad 0,65 mm. De rijstroom wordt van het bedieningspaneel afgenomen. Om te voorkomen, dat geen verlichtspanning de rijspanning bereikt, is nog een condensator van 10 µF ingeschakeld, maar dat mag geen elco zijn! De instelling van de helderheid van de treinverlichting is volgens fig. 11 praktisch regelbaar van nul tot maximaal. Maar de helderheidsregelaar heeft nog twee voordelen. Ten eerste wordt hiermee voorkomen, dat de versterker wordt overstuurd en dan harmonische, storende trillingen afgeeft. Ten tweede wordt het inschakelen van de verlichting vergemakkelijkt. Wanneer het volledige of nagenoeg volledige aantal van 20 lampjes (maximaal toelaatbare aantal) wordt gebruikt. Alle gloeilampjes hebben een zeer lage weerstand, zolang ze niet branden. De weerstand is dan wel tot 10 x lager dan bij volle brandspanning. Dienovereenkomstig nemen de lampjes veel stroom op bij het inschakelen. Daarbij kan de versterker worden overbelast. Maar dat gebeurt niet wanneer men de 1 k Ω-potentiometer langzaam "open draait".

Wanneer we 40 lampjes willen laten branden dan kunnen we de voedingsspanning tot 24 V verhogen. Maar dan moet onvoorwaardelijk vóór de plus aansluiting van de toongenerator een weerstand van 1 k Ω (0,25 W) worden opgenomen. In fig. 11 is deze weerstand gestippeld getekend. Bij een voedingsspanning van 12 V kan deze weerstand achterwege blijven, zodat de 12 V rechtstreeks (niet via een weerstand) met de toongenerator wordt verbonden. Bij gebruik van 24 volt schakelt men telkens twee lampjes in serie en verkleint de 12 k Ω weerstand tot 6,8 k Ω.

Het is verstandig de LF-versterker te koelen omdat hij permanent wordt belast. Dat doen we door een plaatje zwart gemaakt metaal, zo groot als de print op de IC ESM 231 te bevestigen.

Opgelet! Geen enkel spanningvoerend deel mag met dit plaatje in contact komen!

Fig. 12 laat zien hoe de lampjes worden aangesloten. Voor ieder lampje ligt een condensator van 0,22 µF, die voorkomt, dat de rijspanning op de verlichtingspanning komt te staan. Anders veroorzaakt elke verandering in de rijspanning ook de helderheid van de verlichting. In de praktijk is gebleken dat 12 V-typen met een stroomopname van 30 mA (bijv. Philips, type 12 522) goed voldoen. Van de smoorspoel uit fig. 4 vóór de locomotiefmotor kan men afzien. De gebruikelijke motoren hebben bij 10 kHz zo'n hoge wisselstroomweerstand, dat een extra smoorspoel niet nodig is.

Daarentegen is voor de locomotieflampjes een voorschakelweerstand nodig, voor het geval dat zij niet via een condensator worden gevoed, omdat ze anders worden overbelast. De waarde voor deze weerstand moet proefondervindelijke worden vastgesteld.

Omdat voor- en achterlicht tot nu toe via dioden werden omgeschakeld, werkt de schakeling nu niet meer en alle locomotieflampjes branden bij het ontbreken van de rijspanning maar op halve sterkte.

Voor het geval, dat de treinverlichting ook moet branden op stroomloze railstukken moeten alle scheidingsprinten met 10 µF condensatoren worden overbrugd.

Tot slot nog een woord over de tegenkoppeling bij de toongenerator. Bij de eerste proef stellen we R8 op de laagste waarde in. De uitgangspanning wordt dan maximaal, maar is vervormd. Wanneer alles goed werkt, wordt R8 zo ver teruggedraaid, tot de lampjes juist merkbaar donkerder worden, dan is de instelling met de minste harmonischen bereikt.

Winfried Knobloch

Stuklijst voor de toongenerator

1 print ELO II
1 transistor BC 109 C of BC 173 C, BC 174 C, BC 238 e.a.
1 zener diode ZPD 8,2 e.a.

weerstanden 0,1 W

1 x 220 Ω	1 x 1,8 k Ω
2 x 680 Ω	1 x 2,2 k Ω
1 x 1 k Ω	1 x 10 k Ω

1 instelpotmeter 100 Ω
1 instelpotmeter 2,5 k Ω

condensatoren

1 x 47 pF keramisch of folie
3 x 4,7 nF folie
1 elco 10 µF/25 V
1 elco 100 µF/25 V
3 bijbehorende pennen en stekers

Stuklijst voor de LF-vermogensversterker

1	print ELO 3
1	IC ESM 231 Secosem (CGE)
1	voet voor ESM 231

weerstanden 1/3 W		condensatoren	
1	47 Ω	1	39 pF keramisch
2	270 Ω	1	270 pF
1	10 k Ω	1	10 µF/35 V elco
1	390 Ω	3	100 µF/35 V elco
		1	220 µF/35 V elco

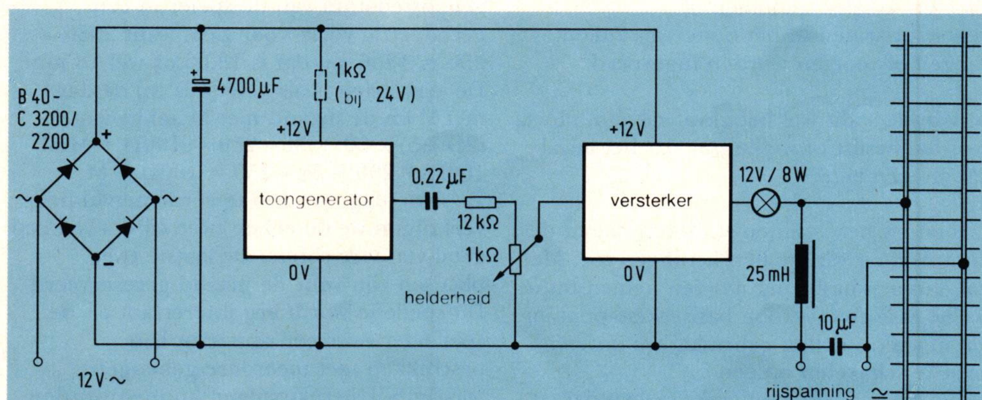


Fig. 11 Zo worden de toongenerator en IC versterken met elkaar verbonden. De stroomvoorziening wordt verzorgd door het bedieningspaneel. De aangegeven spanningen geven slechts richtwaarden aan.

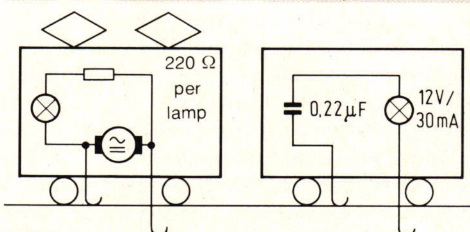


Fig. 12 Hoe de treinverlichtingslampjes worden gevoed. De 220Ω voor de voorschakelweerstand van het locomotieflampje geldt slechts bij benadering.

Van eenmaaleen tot maanlanding. 2

Wat rekenapparaten vandaag allemaal kunnen

In het eerste deel van onze verhandeling over rekenapparaten, hebben we vooral aandacht geschonken aan eigenschappen en mogelijkheden die van belang kunnen zijn voor de aanschaf van een dergelijk apparaat.
Hierbij hebben we ook gewezen op het feit, dat men niet een apparaat moet aanschaffen, dat veel meer functies heeft dan men ooit nodig zal hebben.

Speeltjes

We bedoelen hier niet het uitvoeren van spelletjes op rekenapparaten, waar we later op terugkomen, maar een rekenapparaat als speeltuig. Onder deze categorie vallen dus die apparaten die men niet als een volwaardig rekentuig koopt, of die als een soort reclamemiddel voor bekende firma's dienst doen.
Een rood en groen knipperend clown-tje mag voor kinderen een interessant verschijnsel zijn, als rekenhulpmiddel kan het geen diensten verlenen, daar men alleen de mededeling krijgt of een berekening goed of fout is uitgevoerd. (Santron 400 of Texas Instruments, voor prijzen van *f* 20,– à *f* 40,–).

Een ander soort of type goedkoop apparaatje levert al bijzonder veel ergernis als men de deling 4 : 5 uitvoert en als antwoord 0,125 krijgt. Want men had dit in moeten toetsen als 4.0. : 5 en dat staat toevallig nergens in de handleiding.

Een ander type, aangeduid als "Biologische kalender", moet men ook in de rij van speeltjes onderbrengen. Met een dergelijk apparaat wordt gesuggereerd, dat de mens onder invloed van 23, 28 en 33 dagen-cycli, tot maximale prestaties kan komen. Dat het succes van dit soort apparaten niet groot is, valt af te leiden uit de scherpe prijsdalingen die in een half jaar tijd konden worden geconstateerd. Ook een rekenapparaat kan in eigen land geen profeet zijn.

In deze groep kunnen wij overigens ook de meeste apparaten onderbrengen die met "ste" worden aangeprezen. Het dun**ste**, met het klein**ste** aantal toetsen, de klein**ste** batterijen of met het groot**ste** stroomverbruik (wat overigens nooit vermeld staat), met de nieuw**ste** afleespaneeltjes, met de be**ste** geheugens (bij indrukken van RCL verdwijnt de inhoud dan ook nog uit het geheugen) of met de kort**ste** intoetstijd van het programma (wat voor het intoetsen van maximaal 24 opdrachten vrij logisch is).
Ze behoeven niet altijd slechter te zijn dan apparaten met identieke mogelijkheden, maar men moet er dikwijls wel het dubbele voor betalen, want de verkoper weet u dan te overtuigen, dat u iets speciaals hebt gekocht. In dit verband zouden wij nog wel een aantal suggesties kunnen aangeven:
Een rekenapparaat met een horoscoop.
Weervoorspelling na het invoeren van luchtdruk, temperatuur en vochtigheidsgraad.
Het bepalen van het aantal nakomelingen op grond van het aantal broers en zusters van de man en vrouw.
Rekenapparaat met lampje als sleutelgatzoeker.
Rekenapparaat als muziekinstrumentje om op uw HiFi-apparatuur aan te sluiten en tenslotte kan men de elektronica uit het huisje halen als de apparaten onverkoopbaar blijken te zijn, om als sigarettenetui te gebruiken. De elektronica is dan als bouwsteen te verkopen.

Rekenapparaten in het onderwijs

Om rekenapparaten in het onderwijs te gaan gebruiken, levert een aantal speciale problemen op. Deze hebben echter geen betrekking op de rekenapparaten zelf, maar veel meer op de toepassingen.

a) In eerste instantie zal een beslissing moeten worden genomen of rekenapparaten in het onderwijs zullen, mogen of moeten worden ingevoerd.

b) Wanneer dit wel het geval zal zijn, moet worden beslist in welke klas dat het geval zal moeten zijn.

c) Tijdens het leren en studeren neemt de complexiteit van de berekeningen toe. Men zal dan een beslissing moeten nemen tot in welke fase een gewoon basisrekenapparaat zal moeten worden gebruikt, om daarna over te schakelen op een technisch-wetenschappelijk rekenapparaat.

d) Daarbij zal men zich ook rekenschap moeten geven van het feit of men een apparaat met dezelfde rekenmethode of interne organisatie moet handhaven, of over moet gaan op een geheel andere rekenmethode om ingewikkelde berekeningen gemakkelijker uit te kunnen voeren.

e) Voor een uniform gebruik met name bij proefwerken en examens verdient het de voorkeur om identieke apparaten voor alle leerlingen of studenten te hebben. Op zijn minst zullen de apparaten gelijke mogelijkheden moeten hebben. Dat wil zeggen, dat de interne elektronica gelijk moet zijn, zoals bijvoorbeeld TI30, SR40 en Priveleg SR35C.

f) Op grond van deze laatste overwegingen zullen meerdere firma's hun uiterste best doen om hun apparaten ingevoerd te krijgen als zijnde het geschikte. Hier zal het belang van de leerling echter voorrang moeten hebben boven de aantrekkelijke mogelijkheden die de leraren wordt geboden door middel van demonstratieexemplaren en dergelijke.

Spelletjes met rekenapparaten

Om meteen duidelijk te zijn, het gaat hier niet om eenvoudige cijfermanipulaties, waarbij de getallen op zijn kop gelezen meer of minder ludieke boodschappen geven als: LIEBE ELISE, SELL SHELL of ESSO OIL.
We bedoelen hier de getallen-spelletjes, die het omgaan met getallen en het leren beheersen van het rekenapparaat stimuleren.
We geven enkele voorbeelden:

1. De verjaardag

Zowel de spelleider als de medespelers kunnen een rekenapparaat hebben. Een speler vemenigvuldigt zijn geboortedatum (bijvoorbeeld 18) met twee (36) en telt daar vijf bij op (41), en vermenigvuldigt dit getal met vijf (205). Daarna wordt dit getal met tien vermenigvuldigd (2050) en telt daarbij op het nummer van de maand (juni is de zesde maand, dus 6, het getal wordt 2056). Alleen dit resultaat wordt aan de spelleider medegedeeld. De spelleider trekt van dit getal 250 af en hij heeft de geboortedatum van de speler in een gecodeerde vorm voor zich, want 2056 – 250 = 1806, en dat is 18.06 of wel 18 juni.
De verklaring is als volgt, als wij de dag met D en de maand met M aangeven:
(2D +5) x 50 + M – 250 = 100D + M of 100D + 250 + M – 250 = 100D + M.
Door de dag met 100 te vermenigvuldigen verkrijgen we de eerste twee cijfers van een getal van vier cijfers. De laatste twee plaatsen zijn voor de maand gereserveerd. Dit spelletje wordt erg interessant als de spelleider over een apparaat kan beschikken met meerdere geheugens, waarin ook berekeningen kunnen worden uitgevoerd.
Voordat het spel begint slaat hij in elk

geheugen het getal –250 op. Met de wijzers van de klok mee, vraagt hij van elke speler het door hem berekende getal en telt dit meteen in een geheugen op. Hij kan daarna in dezelfde volgorde de geboortedata van de spelers opnoemen.

2. Het geluksgetal

Aan dit spelletje doen bijvoorbeeld drie spelers mee. Iedere speler kiest een getal van drie cijfers en toetst dit in zijn rekenapparaat in, maar doet dit meteen twee maal achterelkaar. Zo wordt het getal 466 dus zichtbaar als 466466 en het getal 123 als 123123.
Na enig schijnbaar diep gepeins zegt de spelleider, die de getallen dus niet kent, dat elk van de getallen door een geluksgetal te delen is zonder dat een rest overblijft. Om dit te bewijzen, laat de spelleider de eerste speler zijn getal door 13 delen, de tweede door 11 en de derde door 7. Iedere speler zal inderdaad een geheel getal zonder rest aflezen. Nu gaat de spelleider de geluksgetallen over de spelers verschuiven. De eerste speler deelt het gevonden getal door 11, de tweede door 7 en de derde door 13. Alle resultaten zijn opnieuw gehele getallen zonder rest. In de laatste ronde worden de geluksgetallen nogmaals verschoven. De eerste deelt nu door 7, de tweede door 13 en de derde door 11. Ook nu komen weer gehele getallen tevoorschijn, maar de spelers zullen verrast hun eigen oorspronkelijke getal, maar dan enkelvoudig terugzien, dus 466 of 123.
De verklaring is echter niet zo moeilijk: 13 x 11 x 7 = 1001. Als een getal van drie cijfers met 1001 wordt vermenigvuldigd, levert dit als resultaat hetzelfde getal op, maar dan twee keer achter elkaar. Probeer maar: 1001 x 321 = 321321.

3. De erfenis van de karavaaneigenaar

De vier zonen van een karavaaneigenaar hadden Egypte verlaten en waren de wereld ingetrokken. De jongste was naar Texas geemigreerd en kunnen we dus Texas Immigrant noemen, kortweg met TI aangegeven.
De op één na jongste zoon ging naar Engeland en omdat hij als zoon van de Nijl uit Cairo kwam, noemde men hem Nil-Cair's.
De op één na oudste zoon bezon zich op zijn Privilege, hield toezicht op zijn watereigendommen in een oase en noemde zichzelf Prins-Bron.
De oudste zoon werd technisch vertegenwoordiger van zijn land in Polen en kwam dikwijls op bezoek in zijn Vaderland. Door zijn scherpzinnigheid noemde men hem de heldere Pool, of kortweg HP.
Op zekere dag overleed de vader en de vier kinderen reisden naar het ouderlijk huis om van de buurman, tevens vriend



van de vader, het testament te horen: "Uw vader heeft zeven kamelen nagelaten. Die moeten worden verdeeld. Wie dat het snelst voorelkaar heeft krijgt de helft van het aantal kamelen. Wie daarna is krijgt de helft van de rest en wie als de derde de opgave klaar heeft, krijgt de helft van de nieuwe rest. De vierde krijgt niets. Er is wel een voorwaarde aan verbonden: Er mag geen bloed vloeien."
Direct grepen ze alle vier in hun zak en haalden – nee, nee er mag geen bloed vloeien – een rekenapparaat tevoorschijn. Toen de buurman dat zag, gebood hij hun: "Ieder mag op zijn beurt een toets indrukken, maar moet eerst de langste zin uit de handleiding van zijn eigen apparaat bestuderen".
TI en Nil-Cair's hadden allebei een programmeerbaar apparaat, maar er was geen standaardprogramma om een kamelenerfenis op te lossen.
De Heldere Pool en Prins-Bron waren ongeveer gelijktijdig klaar met het lezen van hun handleiding en de buurman begon met het aftellen.
Vrij spoedig daarna was ook TI klaar en kon met het intoetsen mee gaan doen.
Nil-Cair's was nog steeds aan het studeren.
Nadat HP de volgende toetsen had ingedrukt:

7 [ENT] 2 [1/x] [ENT] 4 [1/x] + 8 [1/x] [+] [:] (12 toetsten)

riep hij: ,,'k heb het", en liep naar de stal van de buurman en haalde er een kameel bij.

Toen Prins-Bron zijn intoetsserie

7 [:] [(] 2 [1/x] [+] 4 [1/x] [+] 8 [1/x] [)] [=] (13 toetsen)

klaar had, riep hij; "Ik ook" en ging naar zijn broer.
Toen TI zijn serie:

7 [:] [(] 2 [F] [1/x] [+] 4 [F1/x] [+] 8 [F] [1/x] [)] [=] (16 toetsen)

tot een goed einde had gebracht, ging hij ook naar zijn broers en zei: "Ja, iemand moet toch de derde zijn".
De buurman ging naar de kamelen en deelde vier toe aan HP, die het snelst klaar was, twee waren voor Prins-Bron en één ging naar TI, terwijl de laatste weer de stal van de buurman in ging.

Nu gingen ze naar Nil-Cair's, de arme ziel die net met intoetsen wilde beginnen. De buurman vroeg hem:
En hij las voor:
"Handleiding: Met de ./EE/– toets wordt een decimale punt ingevoerd. Maar in de wetenschappelijke notatie wordt met deze toets de mantisse-invoer beeindigd, en de daarna ingevoerde getallen worden als exponent gebruikt. Bij een derde maal indrukken bestuurt deze toets het teken van de exponent.
Het gebruik van de F-toets moet ook zorgvuldig worden uitgevoerd. Wanneer in de opneemstand deze toets wordt gebruikt, betekent dit, dat de er op volgende getallen als een constante waarde in het programma worden vastgelegd. Na een tweede maal bedienen van deze toets, wordt het intoetsen van deze constanten afgesloten".

Na dit te hebben gezegd, begonnen zijn ogen in zijn kassen te draaien en viel bewusteloos om . . . .
Alle erfgenamen hadden echter al snel ontdekt, dat het delen van zeven kamelen zonder bloedvergieten wel erg moeilijk zou zijn. Want 1/2 + 1/4 + 1/8 = 7/8 of 0,875. En wanneer deze som op het aantal kamelen van 7 wordt gedeeld, komt daar 8 uit. Met andere woorden, er moest eerst een achtste kameel aan het aantal worden toegevoegd om de deling uit te kunnen voeren.
Toen alle beslommeringen van de verdeling achter de rug waren gingen de broers weer naar huis.
Nil-Cair's had nog maar één doel, om zo snel mogelijk een rekenapparaat te laten maken, dat maar twee toetsen heeft. Hij wil deze apparaten dan verdelen onder de kapiteins van zinkende schepen: Als deze dan op de eerste toets drukken verschijnt het woord: "GODSAVE" en na de tweede: "THEKING". Hij had daar graag "THEQUEEN" willen hebben, maar zijn rekenapparaat beschikt maar over zeven cijfers. En er zijn toch al veel apparaten, die reeds acht cijfers hebben.

TI was toch wel tevreden met zijn "Arabisch-Oasen-Systeem", hoewel hij er nog steeds over piekert, hoe het toch mogelijk is, dat zijn maanlandingsspel 217 regels nodig heeft, en dat van de concurrent slechts 46.
Prins-Bron vleit zich in de schaduw van zijn oase-palmen, en dacht: Waarom zou ik niet tevreden zijn? Ik heb mijn Privelege, kan hier blijven en kan zelfs alle armen leren rekenen".
De Heldere Pool HP, op weg naar het vliegveld, keek nog eens achterom naar zijn kamelen en de ondergaande zon. Sedertdien zijn HP en de omgekeerde Poolse notatie onverbrekelijk aan elkaar verbonden . . . . .

Rekenen met rekenapparaten

Van een rekenapparaat verlangen we, dat we er goed en betrouwbaar mee kunnen rekenen en dat het niet te duur mag zijn. Om dit te bereiken hebben ontwerpers vele systemen geprobeerd. Er zijn echter maar enkele bruikbaar gebleken. Afgezien van de gebruikte rekenmethoden, hebben deze wel enkele gemeenschappelijke kenmerken, zoals in figuur 1 is getekend.

Een complete berekening bestaat uit drie gedeelten:

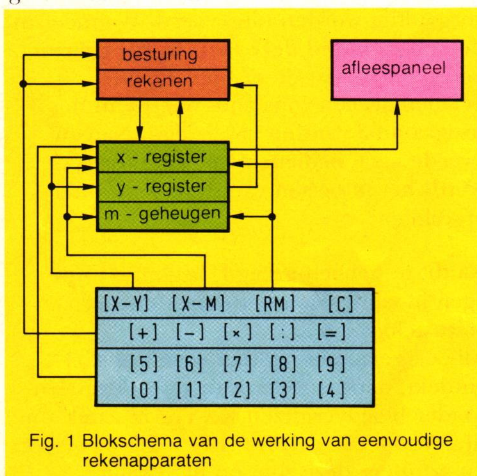


Fig. 1 Blokschema van de werking van eenvoudige rekenapparaten

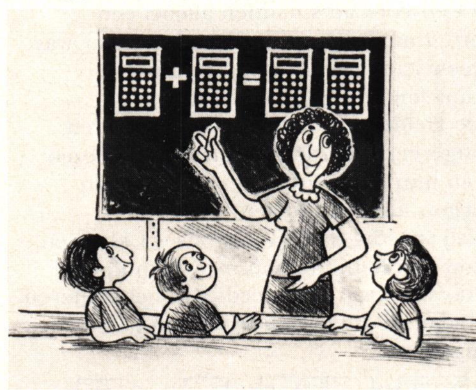
Intoetsen-rekenen-aflezen.
Gedurende de **intoetsfase** zijn we zelf actief, door de getallen, eventueel bestaande uit meerdere cijfers, in het eerste geheugen (X-register) in te voeren. Aan het einde van het eerste getal moeten we het rekenapparaat laten weten, dat dit inderdaad het einde is en dat we een tweede getal willen invoeren.
Dit scheiden van getallen gebeurt met een ENTER-opdracht of met een toets waarmee de gewenste **reken-opdracht** wordt uitgevoerd (+, –, enzovoort).
Met deze opdrachten wordt bereikt, dat het getal in het X-register in het Y-register wordt gekopieerd. Het tweede getal toetsen we dan in de plaats van het eerste in het X-register. Met de opdrachttoets +, –, enzovoort of de = toets wordt de eerste fase afgesloten en wordt de tweede ingeleid. Nu wordt het rekenapparaat zelf actief en berekent de gewenste rekenkundige bewerking. De **derde fase** wordt zonder tussenopdracht direct aansluitend aan de tweede uitgevoerd. Het resultaat komt beschikbaar in het X-register, dat tevens zichtbaar wordt in het afleespaneel.

Rekenmethode en interne organisatie

In de praktijk zijn maar weinig gebruikers van rekenapparaten die hun apparaat tot in alle details beheersen. Zeker in het geval, zoals we hiervoor bij de erfenis verdeling hebben gezien, dat voor één toets bijna een complete handleiding nodig is. Voor wetenschappelijke rekenapparaten kunnen we dit soort grappen niet gebruiken.
Zoals we zagen, konden wij het probleem van de kamelenverdeling het snelst oplossen met de omgekeerde Poolse notatie (RPN) met 12 toetsopdrachten (HP21, HP45, Corvus 500). Met een apparaat met de algebraische rekenmethode met haakjes lukt het met 13 toetsopdrachten (Priveleg 872MD, Prinztronic 5001, SR4148). In principe kan het met een apparaat met het AOS (Algebraische Operating System) ook met 13 opdrachten, maar deze apparaten hebben de reciproketoets 1/x meestal als tweede functie op een toets en dat betekent, dat telkens een extra toets moet worden ingedrukt. Zodoende hebben we 16 toetsopdrachten nodig. (SR52, SR56). Daar deze reciproketoets in bepaalde bewerkingen veel wordt toegepast, is het jammer, dat telkens de wisseltoets moet worden gebruikt.
We vatten de belangrijkste rekenmethoden hier nogmaals samen:
A = algebraische rekenmethode
HA = hierarchische algebraische rekenmethode
AOS = algebraische operating systeem
RPN = reverse polish notation (omgekeerde poolse notatie)

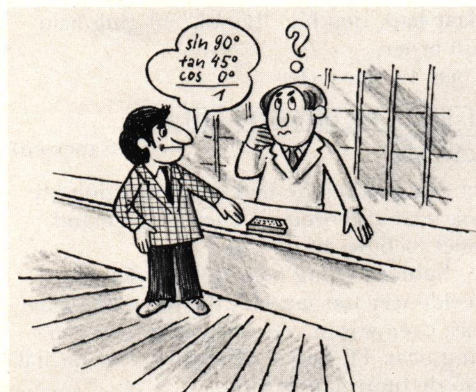
De eerste drie systemen werken alle met een = toets, bij de RPN-methode moet een ENTER opdracht als getallenscheider worden gebruikt en de bewerkingsopdracht achteraf. Het HA systeem wordt vrijwel uitsluitend op de apparaten van Texas Instruments toegepast. Als de hierarchie op meerdere niveau's wordt toegepast, noemt TI dit het AOS systeem.
Aan welk systeem men de voorkeur moet geven, hangt voor een gedeelte af van het soort berekeningen dat men wenst uit te voeren.
Uit de handleidingen die de firma's bij hun systemen verstrekken, kunnen we het volgende afleiden:
a) Bij elke rekenmethode kan een voorbeeld worden gevonden waarmee kan worden aangetoond, dat deze het snelst of het gemakkelijkst is.
b) Om een goede keuze te maken, selecteert men een aantal rekenvoorbeelden, zoals men die in zijn dagelijkse praktijk tegen komt en probeert die in de winkel, waar men wil kopen, rustig uit [1] en [3].
c) Uit een onderzoek naar het verschil of overeenkomst tussen de verschillende

Rekenapparaten bij de studie



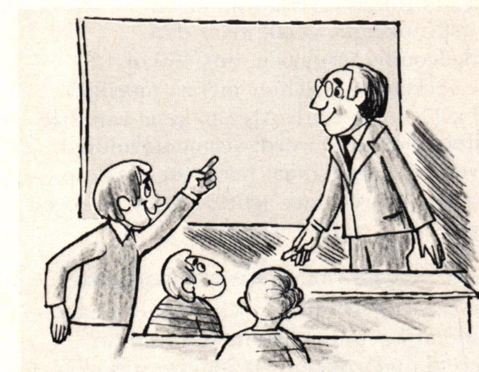
Voortgezet onderwijs

Peter (de beste wiskundeleerling van de klas) zegt tegen de verkoper: "Moet je eens horen, dit rekenapparaat heeft een fout. Als ik sin 90°, de tangens 45° of de cosinus van 0° intoets, krijg ik telkens hetzelfde antwoord. Dat kan toch nooit goed zijn. Ik wil korting op dit apparaat".
De verkoper komt na tien minuten terug: "Je hebt gelijk, je krijgt 10% korting, maar vertel het niemand, want de hele zending heeft deze fout"



Basisschool

Meester: Als één rekenapparaat ƒ 39.50 kost, dan kosten 10 apparaten ƒ 395.–
Pietje: Da's fout meester, want bij 10 stuks krijg je korting.



Technische Hogeschool

Professor: Op 200 stappen hier vandaan straalt een 150 MHz zender een vermogen van 100 watt uit via een $\frac{1}{4}$-lambda antenne. Hoe groot is hier de veldsterkte?

Student: Dat kan ik echt niet berekenen, professor. Mijn programmeerbaar apparaat heeft maar 49 stappen.



rekensystemen [4] blijkt, dat rekening houdende met belangrijkheid van het soort berekeningen en het meer of minder voorkomen ervan, niet bijzonder grote verschillen tussen de systemen worden gevonden.
In punten uitgedrukt (hoe minder punten, hoe beter) zijn de resultaten als volgt:
RPN: 1484 A: 1562 HA: 1630
Het kleine puntenvoordeel van RPN weerspiegelt toch niet de werkelijke voordelen van dit systeem:

1. De RPN-methode in combinatie met een stapelregister, wat meestal het geval is, is zeer geschikt om samengestelde berekeningen van "binnen uit" op te lossen, zonder dat men telkens haakjes behoeft te gebruiken.

2. Wat er met één of twee getallen dient te worden uitgevoerd (functies of berekeningen) wordt bij de RPN-rekenmethode achteraf opgegeven. En dat niet alleen voor de normale rekenkundige bewerkingen, maar ook voor √x, log, sin, enzovoort. En dat schijnt toch wel slim te zijn, want alle andere rekenapparaten die de RPN-methode links laten liggen voor de vier rekenkundige bewerkingen, doen dit ook.

3. De verschillende algebraische methoden worden verdedigd met twee argumenten: men beweert, dat de getallen en bewerkingen worden ingevoerd zoals men deze uitspreekt, of zoals men ze opschrijft. Dus als men "wortel uit 4" zegt zou men in moeten toetsen:
[√x] 4, of voor "sinus 60" zou dat 666 moeten zijn [sin] 60. En dat kan helaas niet. Bij de RPN-methode is slechts één manier mogelijk voor alle bewerkingen, dat de opdracht of functie altijd achter de getallen komt. En dat blijven we toch de meest logische en consequente methode vinden.

Programmeerbare zakrekenapparaten

Een programma in zijn eenvoudigste vorm vinden we in de handleiding waar wordt toegelicht, hoe (3 + 4) x (5 + 6) moet worden ingetoetst om het juiste resultaat te krijgen. Een serieuze sportvlieger vindt zelfs nog een voorbeeld uitgewerkt hoe hij van Beek in Limburg naar Teuge moet vliegen zonder midden op de Veluwe terecht te komen.
Het blijft natuurlijk bijzonder zinvol om berekeningen die telkens opnieuw moeten worden uitgevoerd op een klein kaartje vast te leggen. [3]. Door de lager wordende prijzen van vrij programmeerbare rekenapparaten komen deze gelukkig steeds meer binnen het bereik van grotere groepen gebruikers.

Vrij programmeerbare rekenapparaten

Om te beginnen, is een dergelijk apparaat identiek, met gelijke mogelijkheden als zijn niet programmeerbare vriendjes in de financiele of wetenschappelijke wereld. Als extra hebben deze apparaten de mogelijkheid om een vooraf bepaalde volgorde van bewerkingen automatisch en meerdere malen te herhalen zonder fouten te maken.
Aan de hand van een eenvoudig voorbeeld gaan we dit toelichten. We maken een programmaatje waarmee graden celsius in graden fahrenheit kunnen worden omgerekend. De vergelijking hiervoor luidt:

$$°F = °C \times \frac{9}{5} + 32$$

Het programma dat we nu willen maken bestaat uit de vermenigvuldiging van het nog niet bekende getal met $\frac{9}{5}$ en daar 32 bij op te tellen. We kunnen dit opschrijven als;
START [x] 9 [:] 5 [+] 32 [=] STOP
Dit programma heeft dus tien stappen (32 vraagt twee stappen). Als we nu de gewenste waarde in °C invoeren en daarna een toets indrukken waarmee de programmadoorloop wordt gestart, vinden we binnen enkele seconden de waarde in °F in het afleespaneel.
Dit omrekeningsprogramma wordt echter zelden gebruikt, daar het op meer geavanceerde of uitgebreide apparaten als een vaste omrekeningsconstante met een druk op een toets kan worden gebruikt.
We gebruiken dit voorbeeld hier om aan te tonen wat tot een programma kan behoren en welke variabelen we zelf in kunnen voeren.

Eenvoudig financieel programma

Het oplossen van financiele problemen behoeft niet noodzakelijkerwijze te worden uitgevoerd op een speciaal financieel rekenapparaat. Het voorbeeld in fig. 2 toont dit aan, waar rente en aflossing van een hypotheek worden berekend. Bij veel banken krijgt men een jaarlijkse afrekening over de betaalde rente en het afgeloste bedrag, alsmede een overzicht van de oude en nieuwe rekeningenstand. We willen nu eens nagaan, hoe groot de jaarlijkse rente- en aflossings bedragen zijn, wanneer deze telkens per kwartaal worden berekend. De rente op jaarbasis bedraagt 5% en de aflossing is gesteld op telkens 6% van het nog uitstaande bedrag. Het betrekkelijk eenvoudige programma wordt met variabelen, zijnde de rente (5% per jaar = 1,25% per kwartaal) en met de aflossing (3 x 0,6% van het hypotheekbedrag) uit de adresseerbare geheugens gevoed. Het nog uitstaande af te lossen bedrag wordt telkens als beginwaarde ingevoerd.
Na het starten van het programma rekent het programma de te betalen rente en aflossing voor het komende jaar. Bij opnieuw starten wordt hetzelfde voor het volgende jaar berekend. Hetzelfde programma kan ook worden gebruikt voor andere rente- en aflossingspercentages, echter wel gebaseerd op kwartaalbetalingen.
Het programma in fig. 2 is ontworpen voor het programmeerbare rekenapparaat HP25. Het is mogelijk om dit programma van 41 stappen te optimaliseren, zodat het in een kleiner aantal opslagregels kan worden bewaard. Zoals uit het programma kan worden afgeleid, werkt dit apparaat met de RPN-rekenmethode, immers er is geen = toets aanwezig en de opdrachten worden na het invoeren van de getallen uitgevoerd. In het overzicht onder het programma staan de verwijzingen hoe het programma moet worden behandeld. Men zal zich moeten aanwennen bij elk programma een duidelijke aanwijzing te schrijven. De praktijk leert dat men zijn eigen programma's na enkele maanden niet gemakkelijk meer weet te bedienen.
Voor deze berekeningenserie wordt eerst het programma van 41 regels ingetoetst. Daarna worden de variabele gegevens, zoals rente- en aflossingspercentages in de adresseerbare geheugens ingevoerd. Nadat het hypotheekbedrag is ingetoetst, krijgt het programma opdracht met de doorloop te beginnen. In dit geval met [f] [PRGM] [R/S.]
De programmadoorloop begint nu en stopt bij regel 38. De opdracht |R/S| betekent hier, dat de programmadoorloop moet stoppen om het tot dan bereikte resultaat in het afleespaneel te laten zien. Door de toets [R/S] met de hand te bedienen wordt het programma vervolgt. De doorloop stopt bij de [R/S] opdracht van regel 40 om de totaal betaalde rente in een jaar te laten zien. Bij de eerste stop werd de jaarlijkse aflossing getoond. De doorloop wordt opnieuw met [R/S] gestart om aan het einde van het programma het nieuwe hypotheekbedrag te laten zien.

Programmaregels en programmaregels

In het assortiment van vrij programmeerbare rekenapparaten vinden we verschillende opslagcapaciteiten. Van 24 regels (Sinclair) tot 224 regels (SR52 en HP67/HP97). Enkele maanden geleden is de TI58 met maximaal 480 regels en de TI59 met maximaal 960 regels beschikbaar gekomen. Beide apparaten zijn van Texas Instruments. De meeste apparaten hebben echter een aantal dat ligt tussen 50 en 100 regels.
Dat een opslagregel van het ene apparaat niet een gelijke inhoud en werking heeft dan de regel van een ander apparaat bemerkt men pas als de handleiding wordt bestudeerd. Maar ja, dan is het apparaat al gekocht. Vergelijken we daarvoor eens de HP25 en de SR52.
Om een vierkantsvergelijking op te lossen,

heeft de SR52 een programma van 109 regels nodig, terwijl de HP25 het met 36 regels doet. Voor een maanlandingssimulatie beslaat het programma in de SR52 217 regels en de HP25 slechts 46.
Als men de gegevens van het SR52 programma in de HP25 gebruikt, valt men op dezelfde manier op de maan te pletter als met het programma van de SR52. Hieruit trekken we de conclusie, dat de programma's gelijkwaardig zijn. Men moet dus niet alleen op het aantal regels voor programmaopslag afgaan, maar ook de wijze van opslaan. In de nieuwere apparaten van Texas Instruments, TI57, TI58 en TI59 wordt ook een samenvoeging van opdrachten op één regel toegepast, zoals bij de apparaten van HP. Wanneer men zelf een programma maakt en dat is minder moeilijk dan men denkt, wil men toch graag weten welke opdrachten in de verschillende programmageheugens (opslagregels) zijn ingevoerd.
De gebruikelijke afleespaneeltjes kunnen nog geen letters weergeven, zodat de toetsen in een bepaalde code worden vermeld. In het algemeen wordt dit gedaan, door de toetsen te coderen in rijen en kolommen. De bovenste rij krijgt nummer één, de tweede rij nummer twee, enzovoort. De meest linkse toetsen worden met één aangegeven, de volgende met twee, enzovoort. Toets 11 betekent dus: eerste rij, eerste toets. Toets 34 is dan: derde rij, vierde toets. De cijfers 0 tot 9

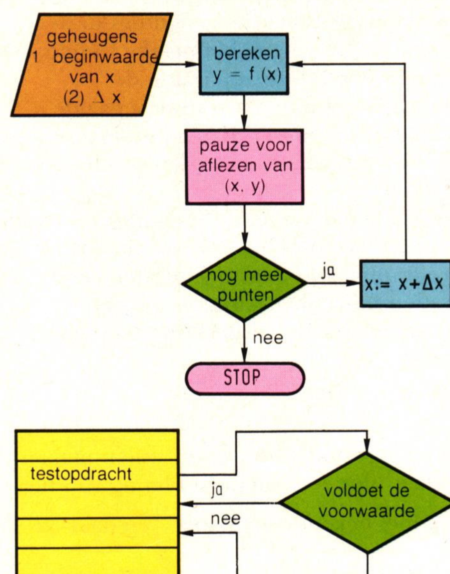


Fig. 3 Voorbeeld van een stroomdiagram en een waardetest

worden als getal zichtbaar en niet door een toetscode.

Stroomdiagram zonder water.

In fig. 3 is een eenvoudig stroomdiagram getekend. Of nu de beginwaarde x een inkoopsprijs voorstelt, of een rendement of een bepaalde hoek, in alle gevallen wordt aan het begin van het programma de waarde van x met een bepaald bedrag veranderd, bijvoorbeeld met *f* 50.–, 2% of 5 graden. Daarna wordt verder gerekend. Deze verandering wordt stapsgewijze herhaald, net zolang totdat een bepaalde waarde, die in een geheugen is opgeslagen wordt bereikt. Dan krijgt de regelwijzer opdracht om het programma op een andere plaats te vervolgen. Aan de hand van een programma voor de HP25 (fig. 4) zullen we dit verder toelichten.
Op de regels 18 en 19 wordt telkens automatisch de nieuwe waarde gecreëerd door 5 graden bij de voorgaande op te tellen. Ook de vergelijkingswaarde van 90 graden is in het programma ingebouwd. Op regels 20 ... 23 wordt y = 90 graden uit geheugen 2 teruggeroepen en vergeleken met de inhoud van geheugen 0. Als het antwoord op de vraag van x = y op regel 23 een JA is, dan is de opdracht op de volgende regel een STOP. Als x nog kleiner is dan 90 graden, dan is nog niet aan de testvoorwaarde voldaan (antwoord is NEE) en de regelwijzer springt over regel 24 heen om met de opdracht op 25 te vervolgen. Met de hier gevonden opdracht GTO 01 begint de berekening opnieuw maar nu met de waarde x + 5 graden. Nou kan het zijn dat u het latijnse woord sinus met borst vertaald en tangens met aanraken, maar laat u daardoor niet van de wijs brengen. We lezen toch maar door. Want we ervaren duidelijk dat we al spelenderwijze met veel functies van een apparaat kunnen werken en dat we nu met een druk op een toets gegevens kunnen verkrijgen waarvoor eerder dikke handboeken en log-tabellen nodig waren. Het moeilijke interpoleren van tussenliggende waarden is verleden tijd.

intoetsen	afleespaneel regel	code	intoetsen	afleespaneel regel	code	geheugens
	00		R↓	22	22	
ENT	01	31	RCL2	23	2402	R1 = rente percentage
STO 5	02	2305	g %	24	1521	R2 = aflossing percentage
RCL 1	03	2401	–	25	41	
G %	04	1521	ENT↑	26	31	R3 = betaalde RENTE
STO 3	05	2303	RCL 1	27	2401	
R↓	06	22	g %	28	1521	R4 = eind-
RCL 2	07	2402	STO + 3	29	235103	bedrag hypotheek
g %	08	1521	R↓	30	22	R5 = begin bedrag
–	09	41	RCL 2	31	2402	
ENT↑	10	31	g %	32	1521	
RCL 1	11	2401	–	33	41	
g %	12	1521	STO 4	34	2304	
STO + 3	13	235103	RCL 5	35	2405	
R↓	14	22	R↓<> g	36	21	
RCL 2	15	2402	–	37	41	
g %	16	1521	R/S	38	74	
–	17	41	RCL 3	39	1403	
ENT↑	18	31	R/S	40	74	
RCL 1	19	2401	RCL 4	41	2404	
g %	20	1521	GTO 00	42	1300	
STO + 3	21	235103				

nr	omschrijving	in toetsen bedrag	opdracht	afleespaneel
1	programma intoetsen			
2	rente perc. per kw.	1,25	STO 1	
3	aflossing per kw.	1,8	STO 2	
4	beginwaarde hypotheek	....	ENT↑	
5	starten van progr.		f prgm R/S	aflossing
6	berekening rente per jaar		R/S	betaalde rente
7	berekening nieuw hyp. bedrag		R/S	nieuw hypotheek bedrag
8	volgende jaren maar 5			

Fig. 2 Voorbeeld van een programma voor berekening van rente en aflossing van een hypotheek (HP 25)

Prijsorientatie en rekenmogelijkheden van zakrekenapparaten

Functies	Prijsklasse
Vier rekenfuncties, constante, 6 ... 8 cijfers, batterijvoeding	*f* 10 ... *f* 20
Constante, sommerend geheugen, 8 cijfers, %, √x, x² en dergelijke, batterijvoeding	*f* 25 ... *f* 50
idem, doch met oplaadbare nikkel-cadmium accu's en oplaadapparaat	*f* 50 ... *f* 75
idem, doch extra haakjes, x-y verwisseltoets, 1/x, +/–, pi, batterijvoeding	*f* 45 ... *f* 75
Zidem, doch met e-machten, goniometrie, logaritmen, wetenschappelijke motatie	vanaf *f* 65
Wetenschappelijke rekenapparaten met meerdere geheugens, haakjesregisters, omrekeningsconstanten voor poolrechthoekscoordinaten en maten, meestal met oplaadbare accu's	*f* 125 ... *f* 200
Programmeerbare wetenschappelijke apparaten, eenvoudige uitvoering (zg. repeteerapparaten), accu's	*f* 150 ... *f* 250
idem, met meer functies, meerdere geheugens, voorwaardetests, subroutines, accu's	*f* 200 ... *f* 450
idem, met half-permanente programmaopslag (C-MOS geheugens), accu's	*f* 300 ... *f* 600
idem, met magneetkaartjes, accu's	*f* 700 ... *f* 2700
idem, met drukeenheid, accu's of netvoeding	*f* 1200 ... *f* 2700

HP 25 (c)

Afleespaneel regel	code	In-toetsen	Geheugens
00			R_0 A°
01	2400	RCL 0	
02	1404	f sin	
03	2401	RCL 1	R_1 L
04	61	×	
05	1405	f cos	
06	2401	RCL 1	R_2 90°
07	1405	f cos	
08	41	–	
09	01	1	
10	2401	RCL 1	
11	1405	f cos	
12	41	–	
13	2400	RCL 0	
14	1405	f cos	
15	61	×	
16	71	:	
17	1474	f PAUZE	
18	05	5	
19	235100	STO+0	
20	2400	RCL 0	
21	211474	f Pauze	
22	2402	RCL 2	
23	1471	f x = y	
24	74	R/S	
25	1301	GTO 01	

SR-52 geheugen
R_{00} A°
R_{01} L

SR 52

Afleespaneel regel	code	In-toetsen	Afleespaneel regel	code	In-toetsen
000	46	2nd LBL	026	95	=
001	11	A	027	54	)
002	43	RCL	028	55	:
003	00	0	029	43	RCL
0040	00	0	030	00	0
005	31	sin	031	00	0
006	65	×	032	32	cos
007	43	RCL	033	95	=
008	00	0	034	81	HLT
009	01	1	035	05	5
010	95	=	036	44	SUM
011	32	cos	037	00	0
012	75	–	038	00	0
013	43	RCL	039	43	RCL
014	00	0	040	00	0
015	01	1	041	00	0
016	32	cos	042	81	HLT
017	95	=	043	41	GTO
018	55	:	044	00	0
019	53	(	045	00	0
020	01	1	046	05	5
021	75	–			
022	43	RCL			
023	00	0			
024	01	1			
025	32	cos			

Fig. 4 Voorbeeld voor antennestraling op verschillende apparaten

Met een rekenapparaat zijn ze alle exact te bepalen.
Na dit bemoedigende inzicht zullen we nog eens een vergelijking met hoeken aan de tand voelen. Zelfs als we het onderzoek van sinus en cosinus niet verder uitdiepen, spreken de berekende getallen en de grafiek voor zich zelf (fig. 5).

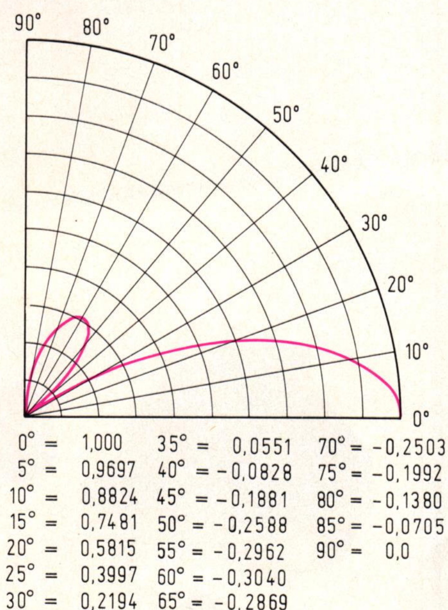


Fig. 5 Vertikaalvoedingsdiagram van 5/8-lambda antenne

Stralingsdiagram van een eenvoudige vertikale antenne

We zouden van een vertikaal opgestelde staafantenne van een bepaalde lengte willen weten, of deze in de horizontale richting ($\alpha = 0°$) evenveel straling heeft als in de vertikale richting ($\alpha = 90°$)

Voor dit doel gebruiken we de vergelijking:

$$Fr = \frac{\cos(L.\ \sin\alpha) - \cos L}{(1 - \cos L).\ \cos\alpha} \qquad (2)$$

Hierin is: Fr = relatieve veldsterkte afhankelijk van de vertikale uitstralingshoek α
L = lengte van de antenne.in elektrische graden 360° voor een hele-golf-antenne
90° voor een kwart-lambda antenne (vierde golf)
225° voor een 5/8-lambda antenne.
α = vertikale uitstralingshoek
Omdat het hier om een relatieve waarde gaat, kunnen we het maximum op 1 stellen. Negatieve resultaten duiden op een straling met een tegenfase, waar we hier niet verder op in gaan.
Het gehele automatische programma met berekening per 5° tot en met 85° als laatste waarde is voor de HP25 in fig. 4 weergegeven. Om de berekening met 0° te kunnen beginnen moeten we deze als eerste waarde in R_O invoeren. Bij het doorlopen van het programma wordt de inhoudt van R_O bij elke lus met 5° verhoogd. In geheugen RI hebben we de lengte van de antenne opgenomen, in dit geval 225 graden.
In geheugen R2 hebben we de testwaarde 90° opgeslagen, om bij de uitvoering van de test de programma-doorloop te kunnen stoppen. Bij de Pauze opdrachten op regel 17 kunnen we gedurende 1 seconde de berekende waarde van de uitstraling zien en op regel 21 de nieuwe hoek, waarbij de volgende uitstraling wordt berekend. Wil men deze waarden langer zien, dan kunnen meerdere Pauze-opdrachten achterelkaar worden geplaatst. In fig 5 zijn zowel de grafiek als de berekende getallen weergegeven.
In fig. 4 hebben we ook een halfautomatisch programma voor de SR52 gegeven. De programmadoorloop stopt hier bij regel 34, waar de relatieve uitstraling kan worden afgelezen en bij regel 42 om de volgende hoek te kunnen zien. Omdat we hier geen automatische stop hebben ingebouwd (wat overigens wel mogelijk is) hebben we slechts twee geheugens nodig. Om de volgende cyclus te berekenen moet de programmadoorloop wel telkens met de hand worden gestart.
Uit de grafiek van fig. 5 zien we, dat een 5/8-lambda antenne in horizontale richting het sterkst straalt. Tussen 35 en 40 graden vinden we een uitdoving en bij ongeveer 60 graden vinden we weer een maximum met een top van ongeveer 30% van de relatieve straling.

Trendanalyse voor eigen gebruik

Met onder anderen de SR52 kunnen gemakkelijk trend-analyses worden uitgevoerd. We zullen hier niet op de details ingaan van de voorspellingswaarde van deze informatie. Alleen de mogelijkheid om een voorspelling van de prijs van programmeerbare rekenapparaten te doen willen we hier aangeven.
De informatie die we daarvoor nodig hebben, is de prijs van een bepaald model gedurende enkele jaren. We kiezen daarvoor twee apparaten, die echter een verschillende prijsontwikkeling doormaken. Zo hebben we de prijzen van 1974, 1975 en 1976 gevonden en willen nu weten welke de prijs voor 1977 is, en het tijdstip wanneer de prijs lager dan *f* 500,– zal worden. Zonder het programma te vermelden, geven we het resultaat in het tabelletje hierna.

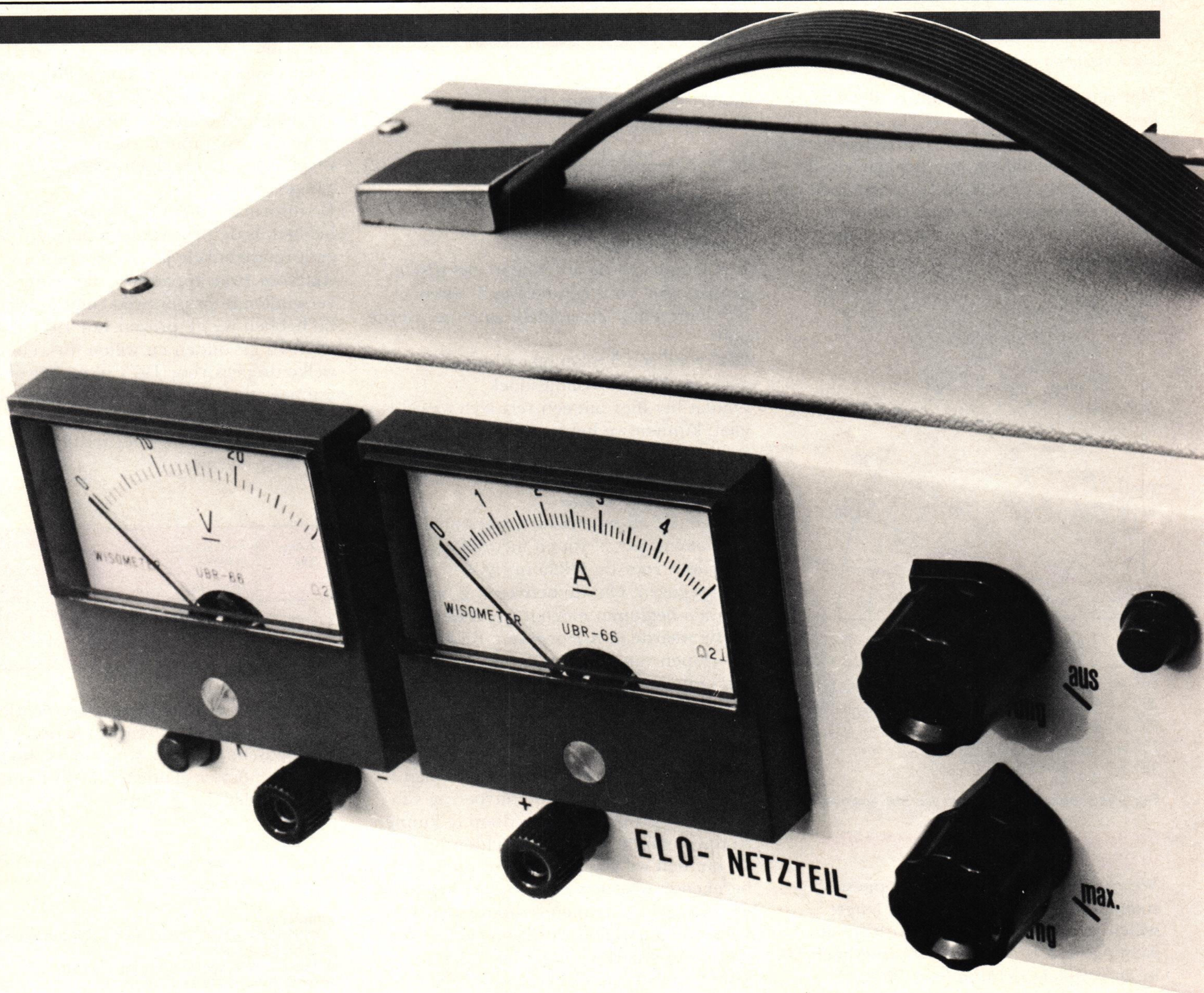
Reken-app.	Bekende prijs in herfst 1974	1975	1976	verwacht in 1977	*f* 500,– m
Model A	3350,–	2600,–	1525,–	666,67	Dec./Jan. 78
Model B	3000,–	2600,–	1525,–	900,—	Voorjaar 78

Als een van beide apparaten er ééntje zou zijn met programmaregistratie op magnetische kaartjes, wel dan wachten we nog even om er ééntje te kunnen kopen voor minder dan *f* 500,–.

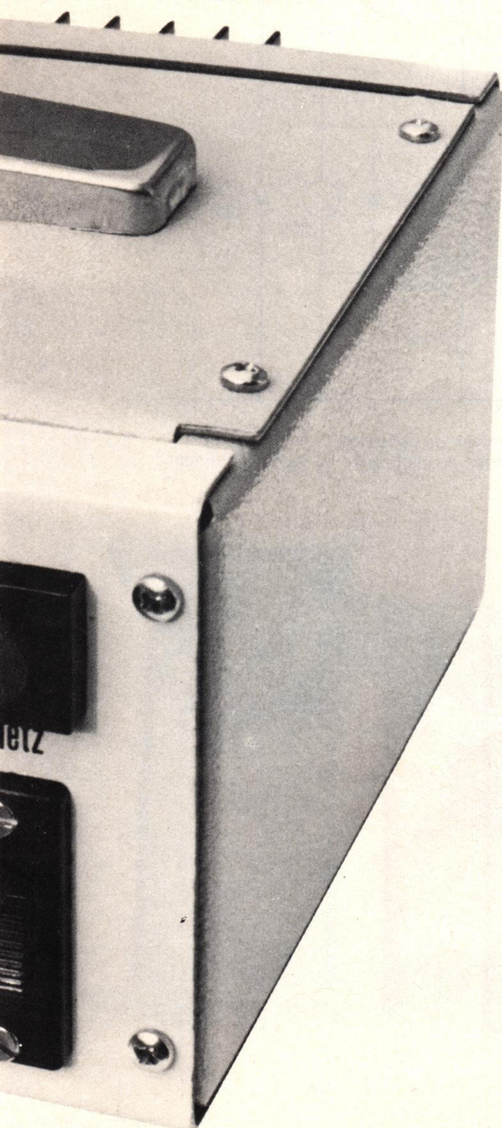
O. Mild

Literatuur
1 Winia, D: Wegwijs in wetenschappelijke calculators. Kluwer, Deventer
2 Winia, D: Wegwijs in programmeerbare rekenapparaten. Kluwer, Deventer

ELO-voedingsapparaat



Iedere serieuze elektronica-hobbyist heeft voor het beoefenen van zijn hobby een zeker minimum aan meet- en testapparatuur nodig, waarvan hij het meeste zelf kan bouwen. Waarmee begint men dit instrumentarium op te bouwen? Over het algemeen wordt eerst een universelemeter aangeschaft, waarmee men gelijk al een heel eind in de goede richting is. Met behulp daarvan kunnen andere meet- en testapparaten zelf worden gebouwd, als men tenminste de beschikking heeft over een netvoeding. Iedereen die zich bezig houdt met transistoren, dioden, geïntegreerde schakelingen en andere laagspanningsverbruikers heeft een goede, regelbare en gestabiliseerde netvoeding zonder meer nodig. Allerlei verschillende schakelingen zullen, nadat ze zijn opgebouwd immers met de meest uiteenlopende spanningen moeten worden gevoed. Vandaar de onderstaande beschrijving van een geschikte netvoeding, die zonder al te veel materiaal behoorlijk voldoet aan allerlei eisen, die men aan een gestabiliseerde, regelbare en kortsluitvaste universele voeding kan stellen.



Wat moet een netvoeding zo al kunnen?

Hij moet een instelbare spanning tot minstens 25 V bij een stroom van ongeveer 3A kunnen leveren. De ingestelde spanning moet zo goed mogelijk constant blijven onafhankelijk van de geleverde stroom en verder moet hij ter bescherming van een aangesloten verbruiker een instelbare zekering bezitten, die na het bereiken van een vooringestelde stroom de voeding eenvoudig uitschakelt. Hij moet bovendien een echte kortsluiting kunnen onderscheiden van een kortstondige piekstroom van 5 A.
Hier komen we gelijk al op een punt, waarop de ELO-netvoeding zich onderscheidt van allerlei andere meer gebruikelijke constructies. De meeste kant en klaar netvoedingen bezitten een stroombegrenzing als descherming van de voeding zèlf. Wordt een bepaalde ingestelde stroom overschreden, dan wordt de spanning dusdanig verlaagd, dat de stroom niet verder kan toenemen. Daarmee gaat echter een aangesloten verbruiker wel op de meest vreemde wijze reageren. En dat is nu juist niet de bedoeling. Dergelijke netvoedingen, waarvan de spanning zogenaamd "in elkaar stort" zijn derhalve niet geschikt voor de serieuze elektronica-hobbyist omdat ze bij fouten in een aangesloten testschakeling geen optimale beveiliging bieden. Daarom bezit de ELO-voeding een zekering, die na het bereiken van een instelbare stroom direct de spanning uitschakelt. Tot aan dit punt is de ingestelde uitgangspanning volledig aanwezig. Men kan dus ook een grote stroom afnemen zonder dat er rare bijverschijnselen optreden.
In welke mate de spanning bij hoge stroomafname constant blijft hangt af van een aantal factoren. Allereerst moeten natuurlijk de nettransformator, de gelijkrichter, de afvlakelco en de serietransistor dusdanig zijn gedimensioneerd, dat de maximale stroom daar doorheen kan lopen zonder dat een van deze bouwstenen de geest geeft. Bij de transistoren in de regelkring zou een dergelijke reactie rampzalig zijn. Meestal springt dan namelijk de uitgangsspanning naar het (hoge) niveau van de ongestabiliseerde ingangspanning, waarmee een aangesloten verbruiker meestal direct het hoekje om wordt geholpen. Zo mogelijk moet men dus overdimensioneren om later geen moeilijkheden te krijgen.
Moet er bijvoorbeeld een kortstondige piekstroom van 5A kunnen lopen zonder dat daarbij problemen optreden, dan moet de serietransistor in de regelkring dat natuurlijk kunnen verwerken. Als deze transistor bijvoorbeeld een stroomversterkingsfactor van ongeveer 5 heeft, dan moet de stuurtransistor een collectorstroom van minstens 1 A kunnen leveren. Als weer wordt aangenomen dat de stroomversterkingsfactor van deze stuurtransistor 20 is, dan moet de daarop volgende stuurtransistor minstens 50 mA kunnen leveren, maar dat is niks bijzonders meer.
De in de ELO-voeding gebruikte transistoren hebben over het algemeen hogere stroomversterkingsfactoren, zodat alleen nog een tweede probleem een rol speelt. De toevoerleidingen moeten, om dergelijke hoge stromen te kunnen verwerken, zo dik en zo kort mogelijk zijn. Een doorsnede van 1 mm is hier veel te klein. Het beste gebruikt men daarom installatiedraad, eventueel van een extra dikke maat. De opmerkzame lezer vraagt zich nu natuurlijk af of de zaak niet warm wordt, want verliezen worden immers in warmte omgezet. De trafo levert 24 V wisselspanning en na dubbelzijdige gelijkrichting en afvlakking ontstaat er ongeveer 30 V gelijkspanning. Wordt aan de voeding nu 6 V bij 4 A onttrokken, dan krijgt de serietransistor te maken met de rest, want deze werkt in feite als een variabele weerstand. De rest, dat is het verschil van 24 V bij 4 A, hetgeen overeenkomt met een vermogen van 96 W, zou de laatste transistor flink opstoken. Dat kan de transistor alleen verwerken als hij is gemonteerd op een flinke koelplaat.
Opgemerkt wordt dat afname van een hoge spanning en een hoge stroom eigenlijk zeer gunstig is. Hoe hoger de uitgangspanning, hoe minder spanning er over de serietransistor staat. Dat merkt men heel duidelijk, omdat de koelplaat dan koud blijft. Men zou natuurlijk een paar transistoren parallel kunnen schakelen. De koellichamen worden dan precies even warm, maar door de individuele transistoren loopt slechts een deel van de stroom. Een dergelijke schakeling moet men echter zo mogelijk vermijden en in plaats daarvan liever een zwaardere transistor gebruiken. Transistoren voor hoog vermogen zijn tegenwoordig voor redelijke prijzen te koop.

Ons ELO-voedingsapparaat voldoet aan deze eisen.
Na deze lange inleiding bekijken we de schakeling van de ELO-netvoeding. Er werd gebruik gemaakt van enige in de praktijk geteste industrieële schakelingen,

in het bijzonder afkomstig van Siemens, die met zijn allen goed gemengd en dooreen geroerd een compromis opleverden tussen eenvoud, prijs, betrouwbaarheid en kwaliteit. Figuur 1 toont de schakeling. Het eerste wat opvalt is de trafo Tr1 met zijn vele secundaire aftakkingen. Deze wisselspanningsaftakkingen zijn aan de achterzijde van het voedingsapparaat op aansluitbussen beschikbaar om kleine 6 V of 12 V soldeerboutjes of iets dergelijks te voeden. Natuurlijk moet men bij de totale stroomafname rekening houden met dergelijke aan de achterzijde aangesloten verbruikers om de transformator niet te overbelasten. Maar ja, dat ruik je gauw genoeg.
In het prototype werd een 24 V transformator met veel aftakkingen gebruikt. Deze levert 24 V bij 6 A. De daaropaangesloten gelijkrichter is een B 40 C 7500/5000. Dat betekent dat er zonder koeling 5 A en met koeling 7,5 A doorheen kan lopen. In het prototype werd de gelijkrichter tegen de achterwand van de behuizing gelijmd, zodat er sprake is van een zekere koeling. Afb. 3 toont de voorgemonteerde delen van de behuizing en op het middelste deel van de behuizing is duidelijk de vastgelijmde gelijkrichter te zien.
Nu we het daar toch over hebben gelijk maar een paar woorden over de behuizing. Daarvoor kan het beste een type worden gekozen dat, zoals de figuren laten zien, in diverse delen afzonderlijk kan worden gemonteerd, hetgeen bij het boren van de gaten en het bevestigen van de diverse onderdelen zeer praktisch is.
Als afvlakelco (10.000 μF/40 V) is een uitvoering gekozen met schroefdraad aan de onderzijde, zodat deze elco direct naast de gelijkrichter tegen de achterwand kan worden gemonteerd. Aan de andere zijde van de gelijkrichter zijn de serietransistor T7 en de transistor T6 op een zo groot mogelijke koelplaat vastgeschroefd. Het verdient de voorkeur om voor deze koelplaat een type met forse koelribben te kiezen.
Figuur 3 toont op welke wijze de diverse onderdelen op de voor- en achterzijde zijn gerangschikt. De draaispoelinstrumenten zijn van Wiso (Iemke Roos, Amsterdam) en wel uit de serie UBR-66, klasse 2. Ieder ander fabrikaat, eventueel met een ander uiterlijk, kan natuurlijk ook worden toegepast. Alleen liever geen weekijzer instrumenten. Deze zijn weliswaar goedkoop maar het eerste kwart gedeelte van de schaal is nagenoeg niet afleesbaar. Juist kleine spanningen en stromen zijn in de elektronica van belang en moeten goed kunnen worden afgelezen.

De beveiligingsschakeling, een zeer belangrijk onderdeel.
De niet gestabiliseerde gelijkspanning van rond 30 V, die overigens ook afzonderlijk naar aansluitbussen is uitgevoerd, komt vanaf de gelijkrichter en de afvlakelco

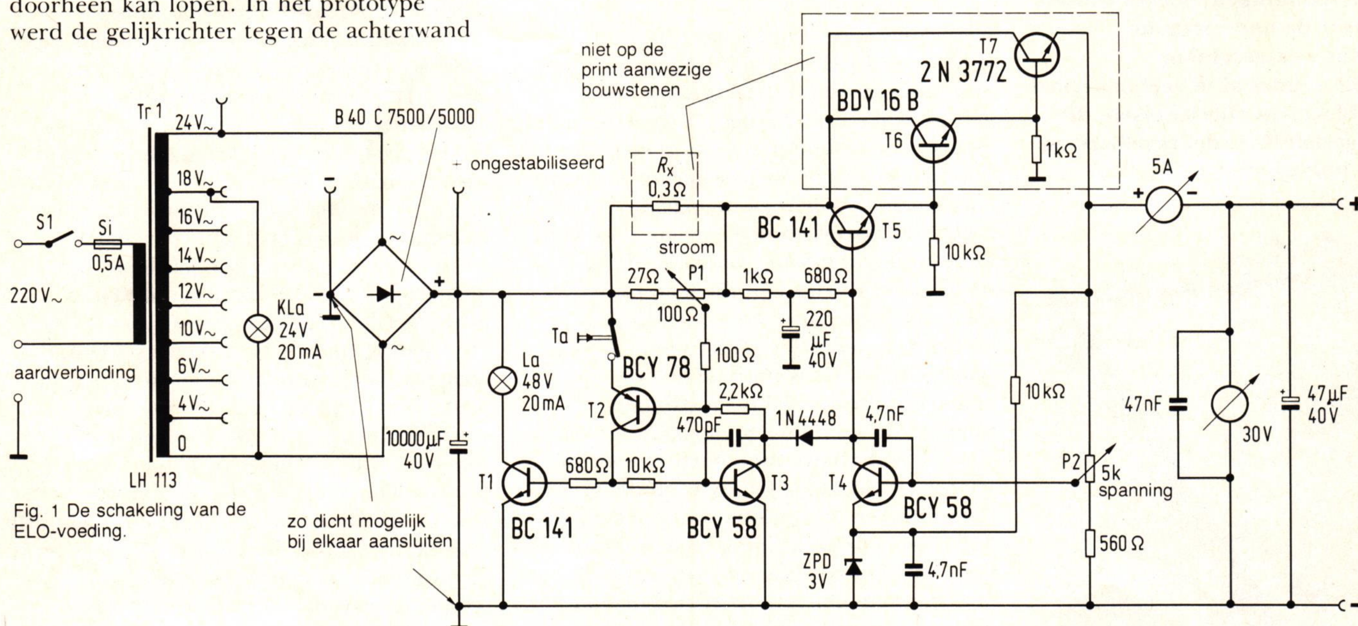
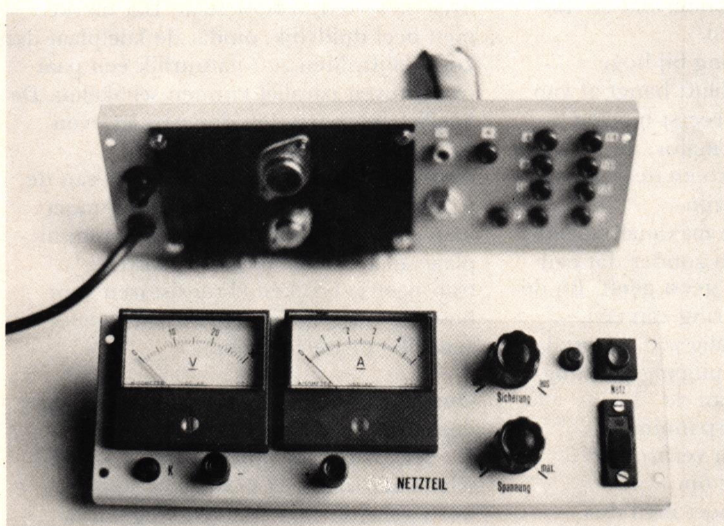
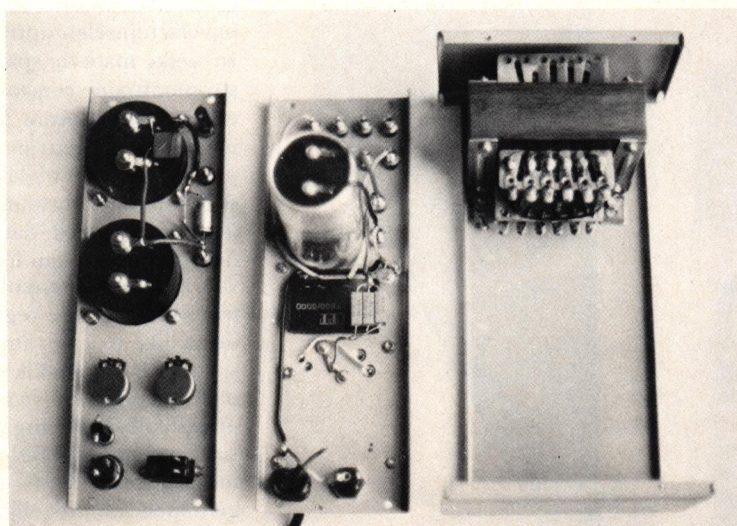


Fig. 1 De schakeling van de ELO-voeding.



Afb. 2 Een voorbeeld van de rangschikking van de elementen aan voor- en achterzijde.


Afb. 3 Voorgemonteerde delen van de behuizing.
Links de frontplaat, in het midden de achterzijde en rechts de bodem.

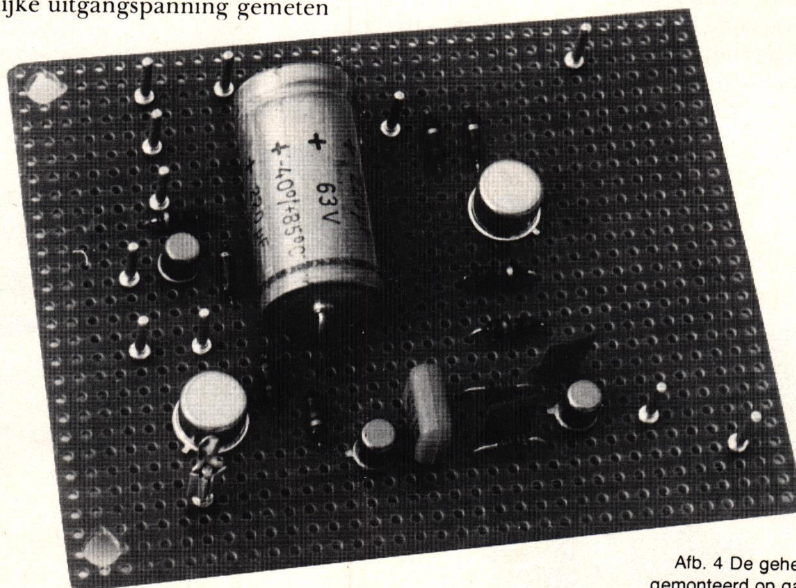
terecht bij een weerstand R_x van 0,3 Ω. Over deze weerstand valt afhankelijk van de belasting een grotere of kleinere spanning, die wordt toegevoerd aan een stuurschakeling met T2 en T3. De potentiometer P1 bepaalt welk deel van de spanning wordt afgenomen en regelt zodoende het instelpunt van de beveiligingsschakeling. Om te voorkomen dat de zekering volledig buiten bedrijf zou komen in de toestand waarin P1 tegen de (in het schema links) aanslag ligt, is nog een weerstand van 27 Ω in serie geschakeld. Men ziet duidelijk dat voor de "krachtleidingen" dikke draden moeten worden gebruikt als over de weerstand van 0,3 Ω al voldoende spanning valt voor het sturen van andere schakelingen. De beschermingsschakeling met T2 en T3 werkt als flipflop. Ontstaat er vanwege de spanningsval over P1 een voldoende spanning over het basis-emitter-traject van T2, dan komt deze transistor in geleiding en trekt ook T3 mee. Daardoor wordt over de diode 1N4448 (of een soortgelijke) de collector van T4 verbonden met aarde en de combinatie van T5, T6 en T7 wordt geblokkeerd. Aan de uitgang staat geen spanning meer. Deze toestand blijft gehandhaafd totdat op de toets T_a wordt gedrukt, waardoor de voedingsleiding naar de beveiligingsschakeling wordt onderbroken. Een via T1 gestuurd controlelampje geeft aan wanneer de beschermingsschakeling in werking is. Dit lampje bevindt zich op de frontplaat direct naast de druktoets T_a. De weerstand R_x van 0,3 Ω bestaat uit een parallelschakeling van drie zogenaamde gecementeerde weerstanden van 1 Ω/5 W. Deze worden volgens afb. 3 direct tussen de gelijkrichter en de verbinding naar de collectoren van T6 en T7 zo kort mogelijk vastgesoldeerd.

De regelschakeling, eenvoudig en effectief.

De eigenlijke stabilisatie van de spanning wordt verzorgd door T4. Als referentiespanningsbron wordt een met de emitter verbonden zenerdiode ZPD 3 of soortgelijke gebruikt, welke via de weerstand van 10 k Ω een deel van de geregelde uitgangspanning krijgt toegevoerd. Er ontstaat een regeleffect bij belastingsvariaties omdat T4 dankzij de nagenoeg constante referentiespanningsbron de met P2 ingestelde uitgangspanning constant tracht te houden. De darlingtonschakeling van T5, T6 en T7 zorgt ervoor, dat de gestabiliseerde uitgangspanning ook bij grote stroomafname aanwezig blijft en ontkoppelt de verbruiker van de regeltrap. De hier toegepaste regelschakeling vormt een compromis tussen stabilisatie en spanningsvariatie. Omdat de referentiespanningsbron aan één zijde verbonden is met de gemeenschappelijke aardleiding en niet met een nog negatievere spanningsbron kan de uitgangspanning ook niet tot 0 V worden geregeld. Daarvoor zou een afzonderlijke wikkeling op de trafo nodig zijn als ook een aparte kleinere stabilisatieschakeling. Al deze extra onderdelen zouden de voeding echter gecompliceerder en duurder maken. In ons geval kan de uitgangspanning worden ingesteld vanaf de spanning van de referentiebron vermeerderd met 0,7 V spanningsval over de basis-emitter-diode van T4, dat wil zeggen vanaf rond 4V.
Natuurlijk bestaan er nog kleinere zenerdioden en men zou ook een simpele siliciumdiode kunnen nemen om een referentiespanning van 0,7 V op te wekken. Dan komen we echter aan een ander belangrijk punt. Hoe kleiner de referentiespanningsbron, dat wil zeggen de spanning over de zenerdiode is, des te groter is de invloed van belastingsvariaties in de regelkring. Dat houdt in dat de uitgangspanning dan sterker kan varieren. Een zenerdiode met 3 V zenerspanning is wel het minste wat voor een goede stabilisatie en toch een kleine instelbare uitgangspanning moet worden gebruikt. Voor een goede stabilisatie zou bijvoorbeeld een zenerdiode met een spanning van 7,5 V veel gunstiger zijn, maar dan zou de minimale uitgangspanning rond de 8,5 V liggen.
Enkele praktische tips: De print, die voor deze schakeling is ontwikkeld, is getoond in figuur 5 en het bijbehorende montageschema in figuur 6. De afbeeldingen 3, 7 en 8 tonen hoe een en ander mechanisch in elkaar is gezet. De ELO-netvoeding kan natuurlijk ook in iedere andere voldoend grote behuizing worden ondergebracht.
De toegepaste elco's moeten in ieder geval een voldoende spanning kunnen voeren, de benedengrens ligt bij 35/40 V. Voor T7 moet men zo mogelijk niet de goedkopere 2N3055 en zeker niet de voordelige uitvoering daarvan kiezen, tenzij men afziet van de maximale belastingsstroom en niet meer dan 1 A uit de voeding trekt. Voor de nettrafo kan iedere andere uitvoering met 24 V en het gewenste vermogen worden gekozen.
Het koellichaam voor T7 en T6 kan niet groot genoeg worden gekozen. Wanneer niet al te veel waarde wordt gehecht aan het uiterlijk, dan zou een groot koellichaam direct boven op de behuizing kunnen worden vastgeschroefd. Omdat bij vermogenstransistoren de collector is

Waarheen met de meters.

Zodra de elektronica gereed is (afb. 4 toont de totale schakeling op gaatjesboard) moet de rest van de bedrading worden aangebracht. Daarbij blijft de vraag of de ampèremeter voor of achter de voltmeter moet worden geplaatst, want deze veroorzaakt bij grote stroomafname immers ook een spanningsval, zij het niet al te groot, die afhankelijk van de wijze van schakelen wel of niet door de voltmeter wordt meegenomen. Omdat men in de meeste gevallen is geïnteresseerd in de werkelijke uitgangspanning is besloten om de ampèremeter voor de voltmeter te plaatsen. In dat geval wordt immers de werkelijke uitgangspanning gemeten rekening houdend met alle interne spanningsvallen. Bij een ingestelde uitgangspanning van 15 V loopt deze uitgangspanning met rond 0,4 V terug bij een belasting van 3 A. Deze terugval van de spanning wordt voor het grootste deel bepaald door de lange leidingen, de weerstand R_x en de ampèremeter. 15 V bij 3 A komt overeen met een belastingsweerstand van 5 Ω. Bij dergelijke kleine waarden hebben de kleine serieweerstand en de lange kabels en dergelijke natuurlijk een behoorlijke invloed.



Afb. 4 De gehele elektronica gemonteerd op gaatjespertinax.

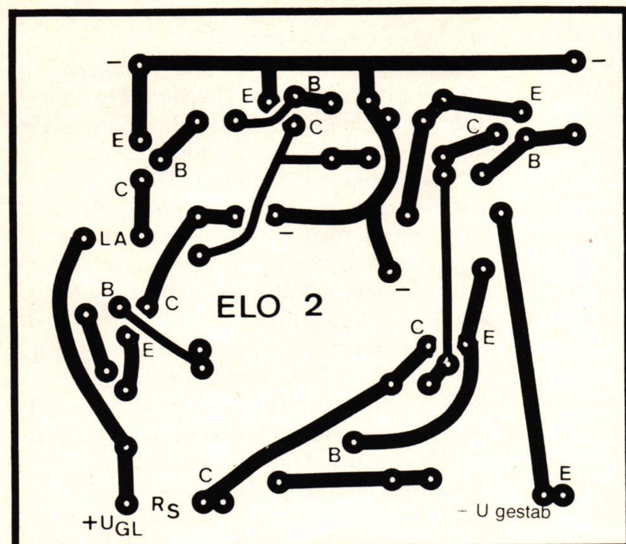


Fig. 5 Sporenpatroon op de printplaat.

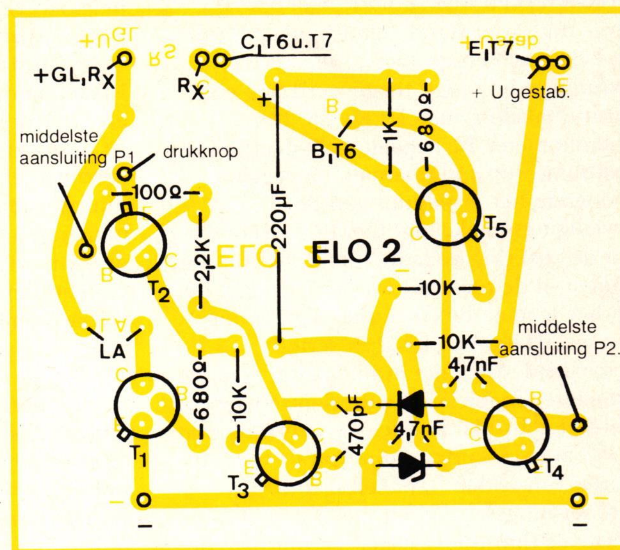


Fig. 6 Montageschema. Dit schema kan eveneens als hulpmiddel worden gebruikt bij de opbouw op gaatjesboard.

verbonden met de behuizing moet de transistor door middel van een mica schrijfje en doorvoerbusjes geïsoleerd worden bevestigd. Na montage moet men in ieder geval met de universelemeter in het ohm-gebied even testen of er geen kortsluiting bestaat tussen het koellichaam en de transistoren. Tijdens bedrijf moet men er op letten, dat men niet per ongeluk met een geleidend voorwerp zoals een schroevedraaier of een tang kortsluiting maakt tussen de transistorbehuizing en het koellichaam. Het beste is dan ook om de beide transistoren te voorzien van isolerende plastic kapjes. Het controlelampje, waarmee de ingeschakelde toestand wordt aangegeven, is in dit geval een 24 V lampje.

Bij het in bedrijf nemen van de voeding zijn nog een aantal – weerstanden nodig met waarden tussen 5 Ω en 20 Ω, geschikt voor een groot vermogen om de functie van de beveiligingsschakeling te testen. De veiligheid reageert zeer snel op hoge stromen, zodat bij het aansluiten van een inductieve belasting zoals een smoorspoel, een motor enz. de beveiligingsschakeling aanspreekt zonder dat er eigenlijk een te hoge stroom zal gaan lopen. In een dergelijk geval is de inschakelstroompiek al voldoende. Het indrukken van de toets brengt de voeding weer aan het werk.

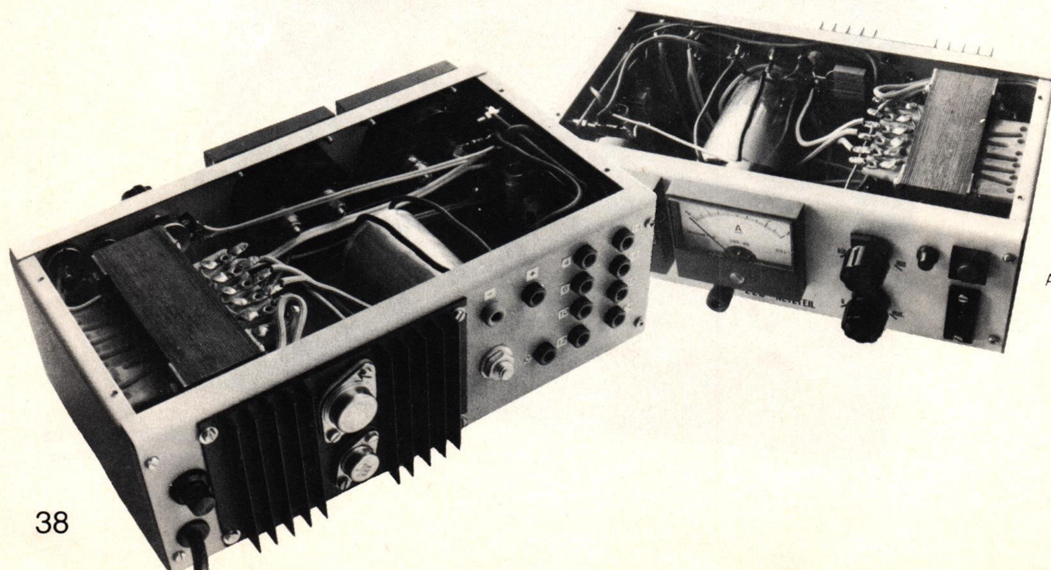
Christian Rockrohr

Stuklijst bij ELO-voeding:
1 nettrafo 220/24 V, 6 A (Radio Service Twente)
1 gelijkrichter B 40 C 7500/5000
1 afvlakelco 10.000 µF/40 V
1 transistor 2 N 3772, 2 N 3771
1 transistor BDY 16 B, BD 109 B
2 transistoren BCY 141-10, 2 N 1613 of 2 N 1711
2 transistoren BCY 58 C, BC 107 C, BC 182 C of 2 N 3568
1 transistor BCY 78 C, BC 177 C of 2 N 3964
1 zenerdiode ZP3, ZF3, ZY3 of andere
1 siliciumdiode 1 N 4448, 1 N 914 o.a.
1 voltmeter 0 :.. 30 V, bijvoorbeeld Wisometer UBR-66, klasse 2 of ander fabrikaat.
1 ampèremeter 0 ... 5 A, bijvoorbeeld Wisometer UBR-66, klasse 2 o.a.
1 potentiometer 100 Ω lineair, 0,25 W
1 potentiometer 5 k Ω, lineair, 0,25 W

Condensatoren:
1 elco 220 µF/40 V
1 elco 47 µF/40 V
2 condensatoren 4,7 nF, FKC of keramisch
1 condensator 470 nF, keramisch
1 condensator 470 pF, keramisch

Weerstanden: 1/8 watt:
1 x 27 Ω
1 x 100 Ω
1 x 560 Ω
2 x 680 Ω
2 x 1 k Ω
1 x 2,2 k Ω
3 x 10 k Ω
3 x 1 Ω gecementeerd, minimaal 5 W

Overige onderdelen:
12 banaanstekerbussen
1 inbouwzekeringhouder
1 omschakelaar S1
1 telefoonlampje 24 V/20 mA met houder
1 telefoonlampje 48 V/20 mA met houder
2 knoppen, passend op de potentiometerassen
1 behuizing (250 x 140 x 90 mm)
1 m rood en zwart elektriciteitsdraad van zo groot mogelijke doorsnede
2 m montagedraad
1 koellichaam minimaal 120 mm x 80 mm
zekeringen 0,5 A (traag)
1 netsnoer met aangegoten steker of iets dergelijks
gaatjesboard of print ELO 2



Afb. 7 en 8 Het prototype van de ELO-voeding

WIST JE,

dat het de professionele elektronicus koud over de rug loopt als het zijn transistor warm om het hart wordt? En dat is niet helemaal zonder reden, zelfs niet in het "geïntegreerde wereldje" van de elektronica. Immers, vaak genoeg wordt nog voor of achter een IC een transistor geschakeld. Nog afgezien van de vele discrete transistorschakelingen die de praktijk ons dagelijks in allerlei schakelingen presenteert.

Over die transistor willen we het nu hebben. Over de transistor als actief onderdeel van een versterker, op een of andere plaats in onze schakeling, proefopstelling of apparaat.
We zijn ermee vertrouwd dat de transistor met een kleine stuurspanning – enkele millivolt zijn genoeg – door zijn eigenschap de stroom te versterken, over een belastingsweerstand – en dat is dan meestal de collectorweerstand – enkele volt laat vallen, dus versterkt. Een transistor kan zonder meer een factor 1.000 versterken. Met andere woorden 1 mV aan de ingang levert 1 V aan de uitgang.

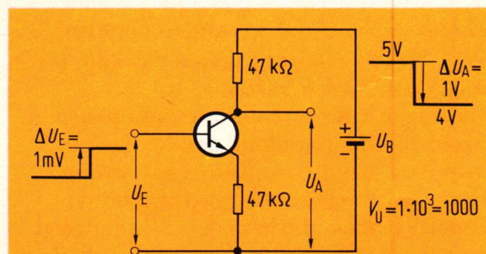


Fig. 1 Principe van een als versterker geschakelde transistor.

Fig. 1 toont hiervan het principe. Hierbij moet tevens nog even de richtingsverandering tussen in- en uitgangsignaal in de herinnering worden teruggeroepen. Wordt de ingang van de schakeling in fig. 1 iets meer positief, dan verandert de versterkte uitgangsspanning in negatieve richting. De ingewijde zegt dan heel deskundig: "Tussen ingangspanning en uitgangspanning van een in emitter-basisschakeling geschakelde transistor treedt 180° fasedraaiing op". Dat laten we dan maar zo.
Verhogen we bij de schakeling als in fig. 1 de ingangspanning aan de basis van +1V met 1 mV naar 1,001 V, dan neemt de uitgangspanning aan de collector van 5 V met 1 V af tot 4 V. Bedenk wel dat de 5V

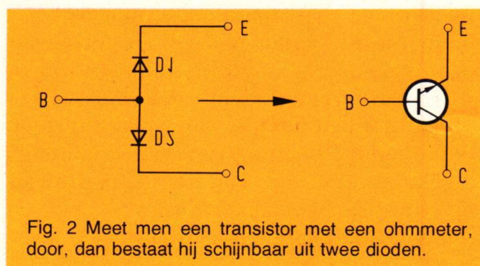


Fig. 2 Meet men een transistor met een ohmmeter, door, dan bestaat hij schijnbaar uit twee dioden.

en de versterkte 1 V slechts aangenomen waarden zijn: Al naar gelang de uitvoering van de schakeling zijn daarvoor de meest uiteenlopende waarden mogelijk. Nog even het geheugen opfrissen: hoe gaat nu de sturing van een transitor door een verandering van de ingangspanning in zijn werk? Voor de verklaring hiervan gaan we van een vereenvoudigde voorstelling uit en hopen maar dat de al te nauwkeurige deskundigen nu even niet meelezen.
Vereenvoudigd voorgesteld bestaat een transistor uit twee dioden, die bij een NPN-transistor zijn geschakeld als in fig. 2. Bij een schakeling als in fig. 3 waarbij de basisspanning ca. 0,6 V positief is t.o.v. de emitter is gemakkelijk te zien dat er door diode D1, de in woorwaartsrichting geschakelde emitter-basisdiode, stroom door het emitter-basistraject gaat lopen. Diode D2 daarentegen is afgeknepen. De uitvinder van de diode heeft beide dioden – het inwendige van de transistor dus – zo met elkaar weten te koppelen dat de (tegenwaarts- of lek-) stroom van diode D2 wordt gestuurd door de voorwaartsstroom van diode D1. Iets nauwkeuriger gezegd:

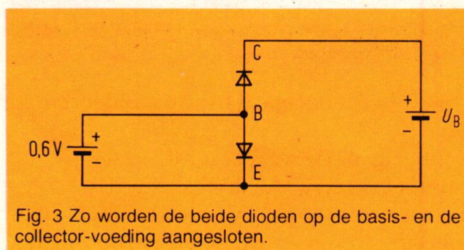


Fig. 3 Zo worden de beide dioden op de basis- en de collector-voeding aangesloten.

een kleine basisstuurstroom heeft een grote, versterkte collectorstroom tot gevolg waarbij de som van beide stromen door de emitter aansluiting loopt. Met deze kennis kunnen we nu de transistor sturen.
Daartoe bedienen wij ons eenvoudig van de diodekarakteristiek van diode D1 uit fig. 2 en 3, die in fig. 4 is geschetst. Hieruit blijkt dat er bij een spanning tussen 0,5 V en 0,55 V basis-emitterstromen van 10 tot 50 μA gaan vloeien.
Hebben we nu te doen met een transistor met een stroomversterking B = 200, waarmee dus de basisstroom in een 200 maal versterkte collectorstroom verandert, dan neemt de collectorstroom van 2 naar 10 mA toe (fig. 4).
We zijn nu zo ver dat we het verband tussen "een warm hart en een koude rug" kunnen begrijpen. Immers, de kleine elektronen, die de basisstroom veroorzaken, gehoorzamen niet alleen aan de elektrische spanning, maar – en dat tot ons grote verdriet – ook aan temperatuur.

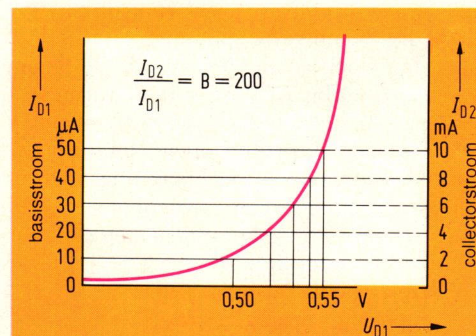


Fig. 4 Op deze wijze kan de basisstroom in een met de stroomversterking B versterkte collectorstroom veranderen.

Naarmate de temperatuur stijgt worden ze levendiger en sneller. Aan de uitgang heeft dit hetzelfde effect alsof de diodespanning werd vergroot – er gaat derhalve een grotere basisstroom lopen.
De tweede diode, in het collectortraject dus, is veel minder gevoelig voor

temperatuurverandering en is trouw aan het huwelijk tussen stroomversterking B en basisstroom. Bij temperatuurveranderingen zal derhalve de collectorstroom veranderen met een waarde die wordt bepaald door de als gevolg van de temperatuurverandering veranderde basisstroom, vermenigvuldigd met de stroomversterking.
De toename van de basisstroom als gevolg van de temperatuurverandering blijkt duidelijk als we het in fig. 5 gegeven oscillogram van een diode bekijken. Langs de vertikale as is de diodestroom uitgezet en wel zo dat één hokje overeenkomt met 1 mA. Horizontaal is de diodespanning uitgezet met 100 mV per hokje. De rechter karakteristiek werd opgenomen bij kamertemperatuur (20°C). Wordt nu de diode verwarmd dan verschuift de karakteristiek naar links en krijgt bijvoorbeeld bij 75°C een ligging als afgebeeld in de tweede – linker – karakteristiek.

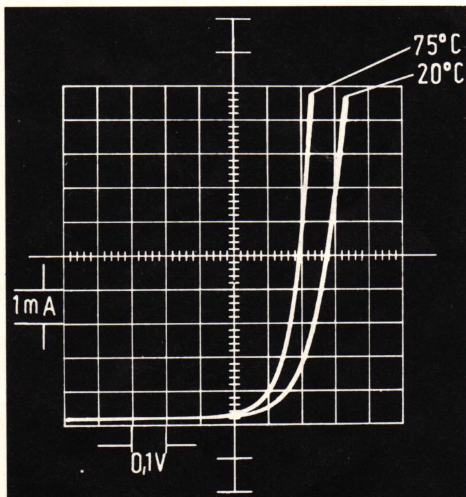


Fig. 5 De diodekarakteristiek bij twee verschillende temperaturen: rechts bij 20°C en links bij 75°C.

Nemen we nu bijvoorbeeld voor de diode als in fig. 3 een vaste spanning van 0,7 V aan, dan vloeit er bij 20°C een diodestroom van 2 mA en bij 75°V (dus 55°C warmer) een stroom van 6 mA en dat verschil van 4 mA nu baart de professionele elektronicus zorgen. Immers, een slechts weinig hogere temperatuur heeft een aanzienlijk sterkere basisstroom tot gevolg en daarmee een met de stroomversterking grotere collectorstroom. Dus is ook het gedissipeerde vermogen groter want $U_C \times I_C = P_{transistor}$. En meer vermogen in de transistor betekent weer meer warmte, meer warmte in de transistor betekent weer meer basisstroom, meer basisstroom weer meer collectorstroom, dat weer meer vermogen .... hieraan kan zeer snel een eind komen, zodra namelijk het in de transistor gedissipeerde verliesvermogen te groot wordt, dus kort voor het moment dat de transistor een soldeerbout wordt.
Kortom: deze kettingreactie verloopt zeer snel en kan de transistor even snel vernielen.
Wat is er tegen te doen? Maar een ding: op de basis moet een spanning worden aangelegd die bij toenemende temperatuur lager wordt en zich verder aan het spannings/temperatuurgedrag van de diodekarakteristiek aanpast. Welke spanning is daarvoor het beste geschikt? Natuurlijk, een diodespanning. Deze kunnen we van een hulpdiode betrekken die we, als in fig. 6, op de basisspanningsdeler aansluiten. Dit werkt dan als volgt: De basisspanning (fig. 6) bestaat uit de som van de spanningen U_{R1} en U_D dus $U_{R1} + U_D$. U_{R1} verandert niet met de temperatuur, maar wel de diodespanning U_D en deze neemt zoals hiervoor werd uiteengezet, bij hogere temperatuur zelfs af! Daardoor wordt dus de effectieve basisspanning bij hogere temperatuur kleiner. Zou nu als gevolg van een toenemende omgevingstemperatuur in de transistor een dodelijke kettingreactie op gang willen komen, dan wordt dit door de onmiddellijk afnemende basisspanning belet. Op deze wijze kan het werkpunt van een transistor gemakkelijk voor temperatuurstijgingen worden gestabiliseerd. Nog enkele woorden uit de praktijk. Bij een kleinsignaaltransistor met een basisruststroom van bijvoorbeeld 50 μA wordt de basisspanningsdeler bestaande uit R1 en R2 zo berekend dat daar doorheen een ongeveer 10x zo grote stroom, dus circa 500 μA, loopt. Afhankelijk van de grootte van R_E kan het gebeuren dat weerstand R1 zeer laagohmig wordt waardoor de sturende ingangspanning behalve de basis-emitter diode ook nog de serieschakeling van R1 en D voor zich ziet. Bij gebruik van een hoogohmige signaalbron kan dit tot vervorming leiden. Het verdient derhalve aanbeveling om als in fig. 6, parallel aan de diode D een laagspannings elco C met een capaciteit van 47 μF of hoger, te zetten die bij het gebruikelijke wisselspanningsignaal diode D ontkoppelt.

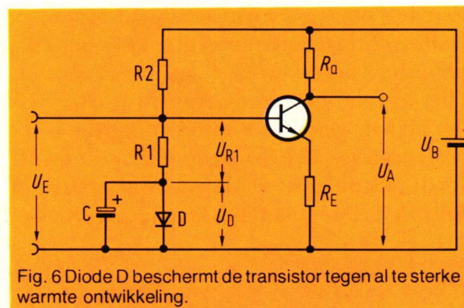


Fig. 6 Diode D beschermt de transistor tegen al te sterke warmte ontwikkeling.

Ook is het mogelijk R1 groter te kiezen. Dit
is gunstig als de weerstand R_E in de emitter zo groot wordt gekozen dat daarover minstens 2 V valt, dus bij 5 mA collectorstroom (= de emitterstroom) circa 400 ohm. Deze weerstand draagt overigens bij tot de stabilisatie van het werkpunt door de diode daar bij hogere collectorstromen de eveneens hogere spanningsval erover ook de effectieve basisspanning nog verkleint. In de schakeling in fig. 7 is dit duidelijk te zien. Hieruit blijkt dat de eigenlijke basisspanning U_{BE} als volgt is opgebouwd:
$U_{BE} + U_{RE} = U_D + U_{R1}$
en dus: $U_{BE} = U_D - U_{RE} + U_{R1}$.
Geleerd hebben we nu dat bij toenemende temperatuur U_D kleiner en U_{RE} groter wordt waardoor dus U_{BE} logischerwijs kleiner moet worden – of?
Beter een voorbeeld: Stel dat bij 20°C U_{RE} = 2 V, U_D = 0,52 V en U_{R1} = 1,98 V, dan is U_{BE} = 0,52 – 2 + 1,98 V = 0,5 V.
Stijgt nu de temperatuur met circa 10°C,

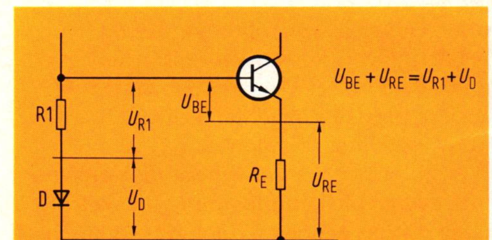


Fig. 7 Ook weerstand R_E draagt bij tot de temperatuurstabilisatie.

dan zal volgens het voorgaande U_D kleiner bijvoorbeeld 0,51 V en U_{RE} groter bijvoorbeeld 2,02 V worden. De basisspanning is dus niet meer gelijk aan 0,5 V maar nog slechts U_{BE} = 0,51 – 2,02 + 1,98 V = 0,47 V – dus 30 mV kleiner – en dat was juist wat we wilden bereiken.
Waar wordt een dergelijke schakeling nu toegepast? In het bijzonder in vermogenseindtrappen. En dan op zo'n plaats dat de hulpdiode ook op de koelplaat van de transistor kan worden bevestigd zodat er een goed thermisch contact bestaat als de zaak te warm dreigt te worden. Verder vindt men deze diode in meetversterkers waarbij de stabilisatie van het werkpunt erg belangrijk is en vaak bij kleinsignaalversterkers waarin collector- en emitterweerstand uit schakeltechnische overwegingen zeer laagohmig zijn. Bijvoorbeeld voor het sturen van een relais door middel van een transistor.
Dus bestaat het gevaar dat de koude rillingen ons langs de rug lopen, altijd eerst aan deze diode denken en de transistor blijft langer in leven.

Correctie ELO 1, blz. 24

De meest gangbare LED-typen verdragen een tegenspanning van hoogstens 2 tot 3 V (en niet 5 tot 10, zoals het artikel suggereert). De spanningsmaat in fig. 3 moet dan ook 1 V zijn i.p.v. 5 V.
De bewering dat de langste aansluiting altijd de anode is, gaat niet voor alle typen op; raadpleeg in twijfelgevallen de fabrieksdocumentatie!

Waar en bij wie?

Onderdelen voor uw elektronica hobby

AMSTERDAM

Radio Rotor
Kinkerstraat 55
tel. 020-125759.

Vooral Uw onderdelen en meetapparatuur.

Amsterdam

Valkenberg
Kinkerstraat 208-222
tel. 020-184022.

Ook voor postorders.

REINAERT ELECTRONICS

Blasiusstraat 14-16
AMSTERDAM – OOST
Openingstijden:
maandag tot vrijdag 9-18 uur
zaterdag 9-16 uur
tel. 020-947218.

Uit voorraad leverbaar ca. 30.000 elektronische onderdelen, instrumenten, boeken, tijdschriften, enz.

Postorders onder rembours of bij vooruitbetaling.

Amstelveen

Valkenberg.
Amsterdamseweg 446
tel. 020-432470.

BEVERWIJK

De Vries Elektronica
Breestraat 34
tel. 02510-24150.

Elektronika voor vakman en amateur.

BREDA

Hobby Electronica
Boschstraat 24
tel. 076-131866.

Alles voor de electronica-man.

Doetinchem

Hobby Elektronica
Dr. Hubernootstraat 34a
tel. 08340-23329.

Alles voor de hobby-ist.

GOUDA

Radio Shack Elektronica
Zeugstraat 34
tel. 01820-21718.

Speciaalzaak voor Gouda en omgeving.

Zaandam

Valkenberg
Peperstraat 135-145
tel. 075-168255.

Ook uw zaak kan worden opgenomen in deze rubriek. Belt u even 05700-74411 toestel 210.

Uit de voorgaande afleveringen van ELO zijn de volgende prints nog voorradig:

ELO-1		
Elektronische toerenteller	ELO-print 58	ƒ 17,80
Diefstalbeveiliging voor auto's	ELO-print 29	ƒ 9,80
Weerstandsmeetbrug met LED-indicatie	ELO-print 12	ƒ 8,50
	ELO-print 13	ƒ 8,50
TTL-testpen	ELO-print 46	ƒ 4,80
Akoestisch waarschuwingsapparaat	ELO-print 49	ƒ 6,80
ELO-2		
Elektronische kamerthermometer	ELO-print 47	ƒ 11,50
Spanningssein voor batterij en accu's	ELO-print 33	ƒ 6,80
Zwelpedaal	ELO-print 43	ƒ 9,80
Intervalschakelaar voor ruitenwissers	ELO-print 20	ƒ 8,50
ELO-3		
Stereovoorversterker voor magnetische elementen	ELO-print 4	ƒ 12,80
Infrarood monozender	ELO-print 37	ƒ 10,80
Fuzz-box voor gitaar	ELO-print 65	ƒ 6,80
IJsdetector	ELO-print 16	ƒ 6,80
Metronoom	ELO-print 31	ƒ 7,20
Laadapparaat voor nikkel cadium accu's	ELO-print 21	ƒ 7,80

De prints zijn te bestellen door overmaking van het verschuldigde bedrag op giro 861221 t.n.v. Kluwer Technische Tijdschriften B.V. te Deventer, onder vermelding van de gewenste prints.

ELO-tjes

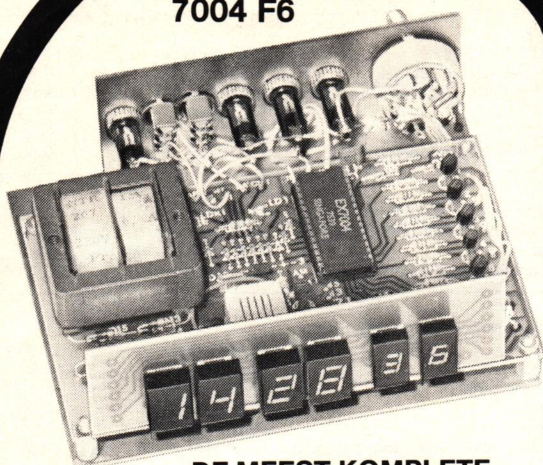
Gratis voor ELO-abonnees. Opgegeven per brief aan redactie ELO, postbus 23, Deventer. Aanbiedingen met een handelskarakter worden niet opgenomen.

Gevraagd:
Wie heeft er voor mij Populaire Elektronica nr. 10 + 15 ter overname.
J. Wessels, Achter de Hoven 9, Deventer (05700) 11847 ('s avonds).

"Scanner" of twee-meter ontvanger gevraagd, of eventueel amateur-ontvanger waar de 2-meter opzit.
Tel.: (na 6 uur) (01180) 29209.



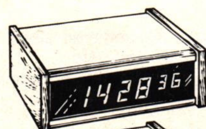
DE PROTON 7004 F6



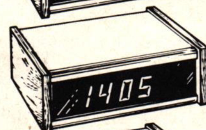
DE MEEST KOMPLETE DIGITALE FUNKTIEKLOK

★ **BOUWPAKKET MET 1e KLAS KOMPONENTEN**
Epoxyprinten met 2-kleurige tekstopdruk en soldeermasker. Garantie op de goede werking na korrekte bouw. Wordt geleverd in de fraaie PROTON 10-vaks assortimentsdoos.
★ **Beveiliging tegen net-uitval**

ALLE MOGELIJKHEDEN IN ÉÉN:



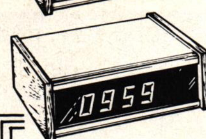
★**TIJDAANDUIDING**
Met 4 x 12 mm LED displays voor uren/minuten, 2 x 8 mm voor sekonden, 12 of 24 uurs cyclus.



★**DATUMAANDUIDING**
Voorgeprogrammeerd voor 4 jaar!! Omschakelbaar voor òf 8 sekonden tijd/ 2 sek. datum òf kontinu tijd òf kontinu datum.



★**REPETEERWEK-SYSTEEM**
Met sluimertoets (max. 6 min.) Uitgevoerd met halfgeleider zoemer (volume instelbaar).



★ **10-UURS TIMER**
Telt terug van max. 9 u. 59 min. naar 0 (zoemer of relais schakelt in).

★ **24-UURS SCHAKELKLOK**
Met 3 programmamogelijkheden!! Max. schakelduur 24 uur, belastingen tot 400 W kontinu.



AL DEZE MOGELIJKHEDEN VOOR SLECHTS F 159,-
De fraaie, aluminium geanodiseerde behuizing met matzwarte zijkanten en frontplaat met kleurfilter kost f 18,50. TEVENS LEVERBAAR: De 5314 T6 KLOK (alleen tijd) eveneens met 6 displays, NU VOOR f 99,-.

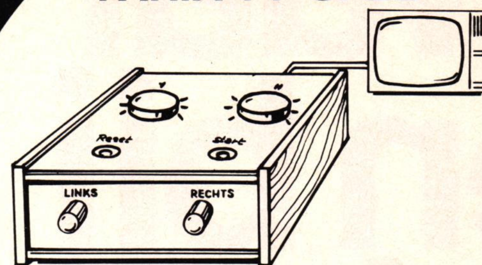
DECEMBER-AANBIEDING: De 7004 F6 Funktieklok + de 5314 T6 Tijdklok samen voor f 250,- totaal!! (zonder behuizingen)

HOE TE BESTELLEN: Per giro nr 27.79.911 of via Amro-Bank Hilversum nr. 44.91.03.927 t.n.v. **POST ELECTRONICS, afd. B3 HILVERSUM.** Girobetaalkaarten/Euro- of betaalcheques portvrij inzenden aan **POST ELECTRONICS, Afd. B3 , ANTWOORDNUMMER 247, HILVERSUM;** Verzendkosten: f 5,-; boven f 150,- franko; rembourse-ment kost f 7,50, boven f 250,- franko. BALIE-VERKOOP: **POST ELECTRONICS,** Adm. de Ruyter-laan 56 (achter winkelcentr.) HILVERSUM, TEL. 035-47818, TELEX 43915.
* Alle prijzen zijn inklusief 18% BTW.

bouwpakketten

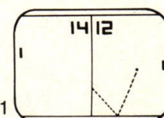
PROTON

VARIA TV-SPEL

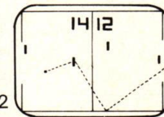


BOEIEND OM TE BOUWEN, BOEIEND OM TE SPELEN!!

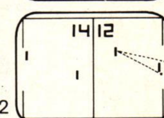
★ 6 VERSCHILLENDE SPELEN MOGELIJK
★ STABIEL BEELD VIA VHF-INGANG
★ 6 MOEILIJKHEIDSGRADATIES
2 speelsnelheden, 2 soorten "effekt", 2 spelergrootten
★ INGEBOUWDE NETVOEDING
Batterij- of accuvoeding mogelijk
★ NA HET SCOREN AUTOMATISCHE OF MANUALE SPELHERVATTING
★ DUIDELIJK GEMARKEERDE SPEELVELDEN
★ INGEBOUWD SCOREBORD (0-15)
★ BOUWPAKKET MET 1e KLAS KOMPONENTEN
★ 3 VERSCHILLENDE GELUIDEN
regelbaar via het TV apparaat



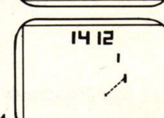
1. **TENNIS**
Het meest bekende TV-spel, geperfektioneerd en aantrekkelijk door 6 varianten



2. **VOETBAL**
Met doelman èn veldspeler. Effektvolle kombinaties mogelijk



3. **PELOTA**
Eenpersoonsspel tegen een oefenmuur.



4. **SQUASH**
Als Pelota, doch met 2 spelers

Uitbreidbaar voor 5. **GEWEERSCHIETEN** en 6. **KLEIDUIVENSCHIETEN.** Het daarvoor benodigde geweer kan op eenvoudige wijze door u zelf vervaardigd worden.

AL DEZE MOGELIJKHEDEN VOOR SLECHTS F 79,-
De fraaie, aluminium geanodiseerde behuizing met matzwarte zijkanten kost f 18,50.

Voor snelle beslissers:
INTRODUKTIE-AANBIEDING: Wie vóór 31 december 1977 bestelt, betaalt voor de behuizing slechts f 9,- en in totaal dus maar f 88,-. Een duidelijke nederlandse bouwbeschrijving wordt meegeleverd.

HOE TE BESTELLEN: Per giro nr 27.79.911 of via Amro-Bank Hilversum nr. 44.91.03.927 t.n.v. **POST ELECTRONICS, afd. B3 HILVERSUM.** Girobetaalkaarten/Euro- of betaalcheques portvrij inzenden aan **POST ELECTRONICS, Afd. B3 , ANTWOORDNUMMER 247, HILVERSUM;** Verzendkosten: f 5,-; boven f 150,- franko; rembourse-ment kost f 7,50, boven f 250,- franko. BALIE-VERKOOP: **POST ELECTRONICS,** Adm. de Ruyter-laan 56 (achter winkelcentr.) HILVERSUM, TEL. 035-47818, TELEX 43915.
* Alle prijzen zijn inklusief 18% BTW.

bouwpakketten

PROTON

ELOtronic

Een geheel nieuw, bedrijfszeker experimenteer-systeem voor de eerste spannende schreden op elektronica-gebied.

Zonder bijzondere voorbereidingen kan iedereen, van 12 jaar en ouder, direct beginnen te experimenteren. Alle belangrijke componenten zijn al kant-en-klaar gemonteerd, zodat de schakelingen in luttele minuten zijn op te bouwen. De componenten zijn voorzien van genormaliseerde functie-symbolen, zodat men ook snel andere schakelschema's kan lezen.

NIEUW



Bij het monteren worden alle verbindingen vastgestoken of vastgeklemd. Dat garandeert ook bij ingewikkelde schakelingen een goed en bedrijfszekere doorverbinding. Elke bouwdoos gaat vergezeld van een uitgebreide handleiding met vele overzichtelijke illustraties. De verklarende teksten, schakelingen en technische snufjes zijn uitgedacht door een team van elektronica-leken samen met deskundigen. Alles is derhalve eenvoudig te begrijpen en spelenderwijs raakt men ingevoerd in de natuurkundige geheimen van de elektronica.

Het experimenteersysteem bestaat uit de volgende dozen:

Elotronic basisdoos 2060
ƒ 79,- (incl. btw)
Deze bouwdoos voor beginners bevat meer dan 100 afzonderlijke onderdelen, waarmee men meer dan 30 halfgeleiderschakelingen kan nabouwen, zoals een eenvoudig elektronisch orgeltje, een capacitieve benaderingsschakelaar, een regenmelder, knipperlicht- en oscillatorschakelingen, maar bijvoorbeeld ook een laagfrequent-versterker voor een platenspeler en nog veel meer.

Elotronic hoofddoos 2070
ƒ 179,- (incl. btw)
Samen met de basisdoos kunnen meer dan 130 schakelingen, die alle uitvoerig en begrijpelijk zijn beschreven, worden gebouwd. Tot de schakelingen horen ondermeer een inductief werkende draadloze oproepinstallatie, hoogfrequente energietransmissie, een stereoversterker, digitale tellers en een driekanalen lichtorgel.

Elotronic netvoeding 2059
ƒ 45,- (incl. btw)
De schakelingen van de bouwdozen 2060 en 2070 werken op een droge batterij van 9 V. Voor continu gebruik is het voordeliger de netvoeding 2059 te gebruiken, die met een meegeleverde stekermodule gemakkelijk kan worden aangesloten.

Wie in de ban van de elektronica is, maar niet weet hoe en waar te beginnen, kan met dit systeem een eerste stap zetten.
Al experimenterende leert u en passant een heleboel.

☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆

Verkrijgbaar via de radio-onderdelenzaken.

☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆

Een ideaal geschenk voor alle gelegenheden